

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr.med., Dr.med.dent. E. Harndt

SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS
PANORAMA - RÖNTGENAUFNAHMEVERFAHREN
MIT DEM NEUEN STATUS-X-GERÄT.

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gunhild Müller-Junghans
aus Saalfeld/Saale

1967

Aus der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr.med., Dr.med.dent. E. Harndt

SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS
PANORAMA - RÖNTGENAUFNAHMEVERFAHREN
MIT DEM NEUEN STATUS-X-GERÄT.

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gunhild Müller-Junghans
aus Saalfeld/Saale

Dekan: Professor Dr. med. Alfred N. Witt

Referent: Professor Dr. med. dent. Werner Hielscher

Korreferent: Professor Dr. med. Heinz Oeser



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 23. 8. 67

I n h a l t s ü b e r s i c h t

E I N L E I T U N G	1
A L L G E M E I N E R T E I L	2
1. Vorbemerkungen	2
2. Beschreibung des Gerätes	2
3. Die Aufnahmeanordnung	5
4. Fokusträger und Strahlenverlauf	7
5. Winkелеinstellung	9
6. Belichtungswerte des Status-X-Gerätes	9
S P E Z I E L L E R T E I L	
A.) Panorama-Röntgenaufnahmen am mazerierten Schädel	11
1. Aufnahmemethodik	11
2. Brennfleckpositionen für Übersichtsaufnahmen im Oberkiefer	13
3. Interpretation der Bilddetails	16
a) Vorbemerkungen	16
b) Allgemeine Übersicht der Panoramaaufnahme	16
c) Darstellung der Frontzahnreihe	18
d) Der Prämolarenbereich	18
e) Darstellung der Molaren	19
f) Incisura nasalis (I)	21
g) Nasenscheidewand (L)	21
h) Concha nasalis inferior (C 1-4)	21
i) Latero-basale Nasenbodenlinie (B)	21
j) Canalis nasolacrimalis (w)	22
k) Orbita (O 1-6)	22
l) Os zygomaticum	24
L) Corpus ossis zygomatici (Z)	24
ß) Processus maxillaris ossis zygomatici (P3)	25
γ) Processus frontalis ossis zygomatici (F2)	25
δ) Processus temporalis ossis zygomatici (P1)	25
m) Processus zygomaticus ossis temporalis (P4)	26

n) Processus pterygoideus	26
o) Facies anterior (F1) und Facies infratemporalis (F2)	26
p) Sinus maxillaris (K)	28
4. Brennfleckpositionen für Übersichtsaufnahmen im Unterkiefer	31
5. Interpretation der Bilddetails im Unterkiefer	32
a) Die Panoramaaufnahme des Unterkiefers in der Übersicht	33
b) Der Frontzahnbereich	33
c) Das Prämolarengebiet	34
d) Die Molarenregion	34
6. Fehlerhafte Einstellungen	35
a) Die ungenügende Fixierung des Kopfes	35
b) Die ungenaue Filmlage	36
c) Die falsche Fokusposition	37
7. Panoramaaufnahme eines kindlichen Schädels	37
8. Neuartige Aufnahmeanordnungen für spezielle Gebiete	39
a) Darstellung der Zahnreihe einer Schädelseite	39
b) Processus muscularis und Caput mandibulae	40
c) Arcus zygomaticus	43
 B.) Panorama-Röntgenaufnahmen am Patienten	 46
1. Allgemeines	46
2. Der Einfluß der Weichteile auf die Panoramaaufnahme	46
3. Die Übersichtsaufnahme	47
a) Darstellung der Zahnreihe	47
b) Abzeichnung des zahnlosen Kiefers	48
c) Die Mißbildungen des Oberkiefers	48
4. Indikationsbereiche mit speziellen Projektionsanordnungen	49
a) Ramus ascendens mandibulae	49
b) Arcus zygomaticus	51
c) Glandula parotis	52
 DISKUSSION	 66
 ZUSAMMENFASSUNG	 75
 SCHRIFTTUM	 76

E I N L E I T U N G :

Mit der Entwicklung des sogenannten Panorama-Röntgenaufnahmeverfahrens (P a a t e r o (24)) haben sich für die Röntgendiagnostik der Kiefer und des Gesichtsschädels neue Möglichkeiten für die detaillierte Einordnung der Objekteinheiten ergeben.

Im Lauf der letzten Jahre haben sich die Orthopantomographie (P a a t e r o (25)) und die Panoramamethode mit intraoral postiertem Fokus (O t t (22) (23)), so das Panoramix-Gerät, mehr und mehr durchgesetzt.

Das Ziel der in der vorgelegten Dissertationsschrift durchgeführten Serienuntersuchungen besteht darin, das noch nicht auf dem Markt befindliche Status-X-Gerät der Firma Siemens, welches im Prinzip dem Panoramix-Gerät der Firma Koch & Sterzel ähnelt, im Hinblick auf die apparative Leistung, die allgemeinen und speziellen Indikationsbereiche sowie auf die Grenzen der Methodik hin zu untersuchen.

Darüber hinaus sollen Richtlinien für optimale Aufnahmeanordnungen bei Routineuntersuchungen und besonderen Projektionen erarbeitet werden.

Die systematische Einordnung der Bilddetails gilt es anhand umfangreicher Serienuntersuchungen am präparierten mazerierten Schädel vorzunehmen. Sie muß sinnvollerweise ebenso für die Abzeichnungen bei projektivischen Abänderungen wie für die "typischen" Abbildungen erfolgen.

Daraus resultiert insgesamt, daß die vorgelegte Arbeit gleichzeitig alle diagnostischen Möglichkeiten und Grenzen sowie insonderheit auch alle auftretenden neuen Indikationsgebiete umfassen muß. Es wird außerdem angestrebt, eine systematische Anleitung für die regelrechten Untersuchungsanordnungen und für eine exakte Einordnung der aus zahnärztlicher und kieferchirurgischer Sicht interessanten Bilddetails zu erarbeiten.

ALLGEMEINER TEIL:

1. Vorbemerkungen:

Bei der Entwicklung des Panorama-Röntgenaufnahmeverfahrens ist prinzipiell der Wunsch, einen oder beide Kiefer mit e i n e m Bild darzustellen und so schnellstens einen Ü b e r b l i c k oder eine informative Vorleistung für gezieltere Untersuchungen zu erhalten, maßgebend gewesen.

Um gute Vergleichsmöglichkeiten zu erlangen, mußte angestrebt werden, weitgehend längengleiche Abbildungen in allen Kieferabschnitten zu erreichen. Die Orthopantomographie bietet diesen Vorteil, der jedoch durch eine bedeutend verschlechterte Detailerkennbarkeit gegenüber den Routineaufnahmefethoden (intraorale Projektion, extraorale schräglaterale Projektion) erkauft worden ist.

Sofern es darauf ankommt, sich einen Überblick über größere Zystenbildungen, Tumoren, osteomyelitische Abänderungen, Frakturen und über die Lagebeziehungen der Zähne in den Kiefern zu verschaffen, wird man mit diesem Gerät auskommen können.

Schnelle Übersichtsgewinnungen mit einer möglichst guten Detailerkennbarkeit hingegen liefern die Panoramaverfahren mit intraoral aufgestelltem Brennfleck und extraoral gehaltenem Film - so auch gerade das zu untersuchende Status-X-Gerät.

2. Beschreibung des Gerätes:

Das Status-X-Gerät stellt eine Einheit aus Strahlenerzeuger und dem damit starr verbundenen Patientenstuhl dar (siehe Abb. 1). Dieser ist mit einer verstellbaren Kopfstütze versehen und kann auf Fußhebeldruck um eine senkrechte Achse geschwenkt werden, um dem Patienten das Hinsetzen und Aufstehen zu erleichtern. Der Stuhl ist durch ein solides Fußteil fest mit dem Stativ des Strahlenerzeugers verbunden. Auf dem Stativkasten befindet sich der Betriebsschalter, der mit dem Netzangleichregler so gekoppelt ist, daß gleichzeitig bei Einschaltung des Gerätes der Spannungssollwert auf einer Skala (Strichmarke) eingestellt wird. Die Aufnahmespannung beträgt konstant 50 Kv, der

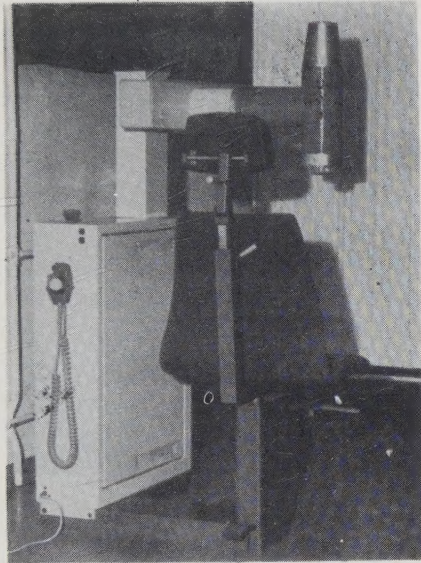


Abb. 1
Das Status-X-Gerät
in Ruhestellung.

Röhrenstrom 1 mA. Ein Handschalter mit Zeitwähler, Zeitskala von 0,1 bis 2,0 Sekunden und Auslöseknopf ist seitlich an dem Stativ aufgehängt und kann mittels eines auf 2 Meter ausziehbaren Spiralkabels in entsprechend strahlengeschützter Entfernung betätigt werden.

Die Einstellung des Röntgenstrahlers am Patienten (siehe Abb. 2) wird mit einem Haltegriff an einem Ende der Röntgenröhre durch einen Druckknopf ermöglicht, der die elektromagnetischen Bremsen, die beim Loslassen des Knopfes den Röntgenstrahler in der gewünschten Position arretieren, löst.

Der Strahlenerzeuger besteht aus einem Einkessel-Einpulsgenerator mit einer Spezialhohlodenröhre, auf die ein drehbarer Applikator aufgesteckt ist. Dieser besitzt einen Durchmesser von 11 mm und eine Nutzlänge von 9 mm. Er wird in der Ausdehnung von 180 Grad durch eine Bleieinlage abgedeckt, so daß bei der Exposition jeweils nur der Ober- oder der Unterkiefer durchstrahlt wird. Aus hygienischen Gründen überzieht man den Applikator mit einer dünnen Plastikfolie und



Abb. 2
Übersicht der Aufnahmeanordnung
am Patienten.

führt ihn samt Hohlanode in die Mundhöhle ein. Die Röntgenstrahlen verlaufen mithin von innen nach außen mit einem Winkel von 270 Grad.

Das Glaskolbenteil mit der auf Hochspannung liegenden Fernfokuskathode mit elektrostatischer Fokussierung befindet sich bis zum Anodenflansch in isolierendem Öl, in einem sogenannten Eintank-Apparat, das heißt, zusammen mit dem Hochspannungsgenerator in einem Gehäuse. Auf der äußeren Flanschseite befindet sich eine zusätzliche elektromagnetische Fokussierung. Die Fokussierungselemente beeinflussen die von der Kathode kommenden, beschleunigten Elektronen so, daß ein etwa 0,15 mm großer Brennfleck auf der inneren vorderen Kuppe der geerdeten Hohlanode entsteht. Wegen der Verknüpfung von geometrischer Unschärfe U_g , Vergrößerungsfaktor V und Fokusgröße F nach der Formel

$$U_g = (V-1) F$$

(J u n g (14)) muß die Brennfleckgröße unter 0,2 mm liegen, um U_g gering zu halten. Um den vollen Nutzen dieser Anordnung zu erreichen, wurde der ganze vordere Teil des Anodenrohres aus dem strahlendurch-

lassigen Beryllium gemacht. Aufgrund des kleinen Fokusbereichs bleibt bei den auftretenden Vergrößerungen von 1,3 - 2,2 die geometrische Unschärfe von 0,15 mm unter dem Auflösungsvermögen der menschlichen Netzhaut. Das bedeutet, daß Halbschattenbreiten von 0,15 mm zwischen zwei Details mit verschiedener Schwärzung vom unbewaffneten menschlichen Auge nicht mehr erkannt werden können und die entsprechende Grenze scharf erscheint. Praktisch sollen selbst dreifache Vergrößerungen nach Jung (13) noch keine störenden Unschärfen aufweisen.

Das Material, in dem die Elektronen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen abgebremst werden, ist so dünn gewählt, daß die Strahlung, einem Kugelstrahler vergleichbar, in allen Richtungen austreten kann. So ist es möglich, jeden erforderlichen Raumwinkel auszustrahlen. Die übergeschobene und fest mit der Röhre verbundene Aluminiumkappe filtert zur Schonung des Gewebes die nicht bildgebenden weichen Strahlenteile aus.

Die Fokuselemente arbeiten mit festen Spannungen, und es sind keine besonderen Stabilisierungsmaßnahmen nötig. Für die Aufnahme ist lediglich der elektronische Zeitschalter zu bedienen.

3. Die Aufnahmeanordnung:

Der Film (Format 24x10 cm) wird außen dem Gesicht eng angelegt, wobei



Abb. 3: Aufnahmeanordnung für das Panorama-
Übersichtsbild des Oberkiefers.



Abb. 4: Entspricht der Einstellung
in Abb. 3 von schräg vorn.

schon hier darauf hinzuweisen ist, daß die Nasenform die Einstellung entscheidend beeinflussen muß. Für den Oberkiefer wird oberhalb (siehe Abb. 3 und 4) und für den Unterkiefer wird unterhalb des Applikators (siehe Abb. 5 und 6) eine dem Kieferbogen möglichst parallele Anlage des Filmes angestrebt, um somit die Vergrößerung in allen Kieferabschnitten annähernd gleichzuhalten. Ein auf die lichtundurchlässige Filmtüte gedrucktes Kreuz erleichtert die symmetrische Filmanlage.



Abb. 5: Aufnahmeanordnung für das Panorama-
übersichtsbild des Unterkiefers.



Abb. 6: Entspricht der Einstellung
in Abb. 5 von schräg vorn.

4. Fokustrager und Strahlenverlauf:

Der Applikator, der in die Mundhöhle eingeführt wird, trägt eine Zentimeter-Einteilung, die bei 4,0 cm beginnt und jede 5 mm anzeigt, um bei 7,0 cm zu enden. Mit Hilfe dieser Skala ist die intraorale Fokus-Frontzahndistanz durch den Aufbiß der oberen beziehungsweise unteren ersten Schneidezähne auf die Schutzhaube (siehe Abb. 7) meßbar. Der



Abb. 7: Der Aufbiß der Schneidezähne läßt die
intraorale Applikatorlänge erkennen.

strahlendurchlässige Anteil, der von der Applikatorkuppe bis zur ersten Strichmarke reicht, beträgt 4,0 cm.

Der Zentralstrahl verläuft von dorsal nach ventral. Daraus ergibt sich, daß die Abzeichnung eines Kiefers im Hinblick auf die Zahndarstellung in der Horizontalebene (siehe Abb. 8 und 9) je nach

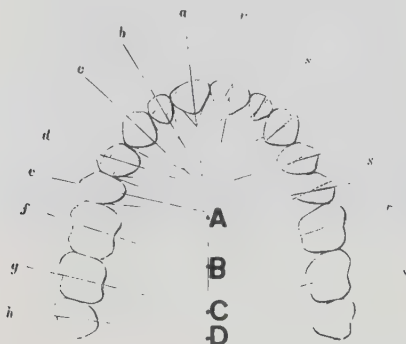


Abb. 8: Interpretationsmöglichkeit der Zahndarstellung in der Horizontalebene in Abhängigkeit von der Fokusslage im Oberkiefer (in Anlehnung an M ü h l r e i t e r (21)).

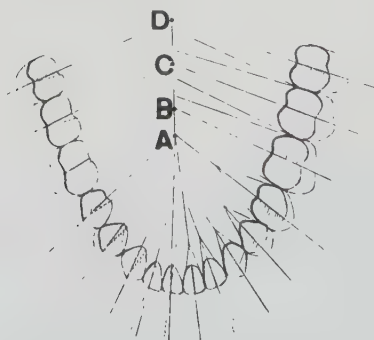


Abb. 9: Interpretationsmöglichkeit der Zahndarstellung in der Horizontalebene in Abhängigkeit von der Fokusslage im Unterkiefer (in Anlehnung an M ü h l r e i t e r (21)).

der Fokusposition (A, B, C, D) in verschiedenem Maße variabel sein muß. Für eine Kieferübersicht sollte daher der Brennfleck möglichst weit dorsal aufgestellt werden. Seine günstigste Position soll auf der Verbindungslinie zwischen 6|6 beziehungsweise 6|6 sein (J u n g (14)).

5. Winkeleinstellung:

Neben der Fokus-Frontzahndistanz ist der Winkel des Applikators zur Okklusionsebene (= Horizontalen) für die Aufnahmetechnik von Bedeutung.

Der Röntgenstrahler kann nach Lösen der elektromagnetischen Arretierung neben der Höhenverstellung und dem Horizontalhub eine Schwenkbewegung um die Achse des Tragarmes ausführen (siehe Abb. 3 und 5). Die Schwenkung entspricht dem intraoralen Verlauf des Applikators und kann an einer Winkelskala am Tragarm abgelesen werden.

Die Fokuslage ist von der Gaumenhöhe abhängig. Je höher das Gaumengewölbe ist, desto höher kann auch der Brennfleck aufgestellt werden. Nach J u n g (14) soll er möglichst nahe dem Gaumendach liegen, um die Objektverzeichnung auf diese Weise gering zu halten. Einstellungsabweichungen von der Mittellinie sollen aus demselben Grund vermieden werden.

Im Unterkiefer wird von ihm eine geringere dorsale Fokuslage (3 mm unter der Okklusionsebene) empfohlen.

6. Belichtungswerte des Status-X-Gerätes:

Der Belichtungsspielraum ist relativ klein und bewegt sich zwischen 1,2 und 2,0 Sekunden. Die Aufnahme des Oberkiefers erfordert eine Belichtungszeit von 1,6 bis 2,0 Sekunden, die des Unterkiefers von 1,2 bis 1,6 Sekunden. Damit liegt der Wert um das Vier- bis Fünffache höher als bei dem Panoramix-Gerät, bei dem er mit folienlosem Film 0,4 Sekunden beträgt (L o h m a n n (19)). Die Expositionsdosis beläuft sich nach L o h m a n n auf ein Fünfundzwanzigstel der Strahlenmenge, die sonst bei der Aufnahme eines einzigen Zahnes auftritt. J u n g (13) (17) gibt sie für folienlosen Film mit 0,6 r an

der Schutzhaube und mit 1,2 bis 1,8 r am Gaumen an. An der Zunge soll die Dosis 0,9 bis 1,5 r betragen. Nach den Messungen von S ó n n a b e n a (30) (31) vermindert sich die Hautoberflächenexpositions-dosis bei dem Panoramix-Gerät um 80 %; die Gonadendosis war mit dem Wert unter 50 μ r nicht mehr meßbar.

Über das Status-X-Gerät liegen entsprechende Ergebnisse noch nicht vor.

S P E Z I E L L E R T E I L :

A.) P a n o r a m a - R ö n t g e n a u f n a h m e n a m m a z e r i e r t e n S c h ä d e l :

1. Aufnahmemethodik:

Die systematischen Untersuchungen der Aufnahmeanordnung und die dabei auftretenden Einstellungsvariationen sowie die daraus resultierenden Konsequenzen für die Bildinterpretation sind zunächst am präparierten mazerierten Schädel überprüft worden. Es wurde angestrebt, daß die gefundenen Projektionen auch am Lebenden anwendbar und vor allem einfach durchzuführen sind.

Dazu wurde von der Aufnahmeanordnung intraoraler Röntgenbilder, bei der bekanntermaßen prinzipiell eine horizontale Einstellung des aufzunehmenden Zahnbogens (Ober- beziehungsweise Unterkiefer) gefordert wird, ausgegangen. Die Okklusionsebene ermöglicht die Orientierung. Sie verläuft im Oberkiefer nahezu parallel der Nasoauricularlinie, welche durch die Verbindung der Spina nasalis anterior mit dem meatus acusticus externus gegeben ist. Am Lebenden entsprechen diese Orientierungspunkte dem Nasenwinkel und dem Tragus. Sie sind als gut sichtbare Fixierungspunkte bei der Einstellung des Kopfes für die Aufnahme zu verwenden.

Der mazerierte Schädel wurde nun derart auf einem Fotostativ befestigt, daß die Nasoauricularlinie annähernd horizontal ausgerichtet war, um somit die von der Objektstellung abhängigen projektivischen Bildvariationen auszuschließen. Die Umrisse der drei Standpunkte des Stativs wurden auf eine Glasplatte gezeichnet, die mit Hilfe der markierten Linien stets in gleicher Weise auf dem Patientenstuhl aufgelegt werden konnte. Außerdem wurden alle Vorkehrungen getroffen, um identische Versuchsanordnungen zu gewährleisten.

Für die Übersichtsaufnahmen beider Kiefer ist der Fokusträger median in die Mundhöhle eingeführt worden. Durch den Aufbiß der mittleren oberen oder unteren Schneidezähne auf den Applikator konnte dessen intraorale Länge zuverlässig abgelesen werden (siehe Abb. 10a und 11a).

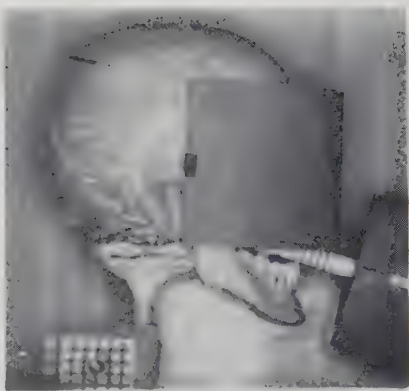


Abb. 10a
Einstellung des Fokusträgers im Oberkiefer (6,0 cm, 17 Grad)
a) ohne Film

Abb. 10b
Einstellung des Fokusträgers im Oberkiefer (6,0 cm, 17 Grad)
b) mit Film

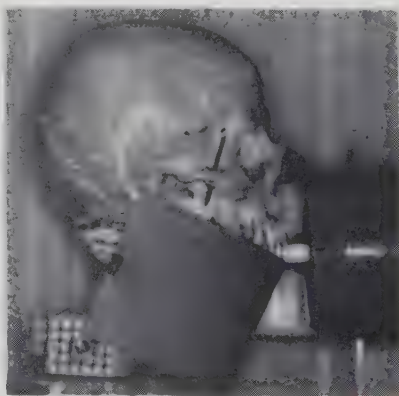


Abb. 11a
Einstellung des Fokusträgers im Unterkiefer (5,5 cm, -3 Grad)
a) ohne Film

Abb. 11b
Einstellung des Fokusträgers im Unterkiefer (5,5 cm, -3 Grad)
b) mit Film

Die Winkelskala am Gerät zeigte exakt den Einstellwinkel an.

Um die Aufnahmeanordnung wirklichkeitsgetreu zu gestalten, erhielt der Schädel eine Nase aus Abdruckmaterial. Der Film wurde nun dem entsprechenden Kiefer möglichst parallel angelegt und durch Klebestreifen fixiert (siehe Abb. 10b und 11b).

Anhand von Irobeaufnahmen konnte für den mazerierten Schädel die optimale Belichtungszeit von 0,4 Sekunden ermittelt werden. Sie

ist während der gesamten Untersuchungsreihe am Phantom beibehalten worden.

2. Brennfleckpositionen für die Übersichtsaufnahme im Oberkiefer:

In Abhängigkeit von der intraoralen Applikatorlänge und -winkelung ändert sich die Brennflecklage in der dorso-ventralen und in der kranio-kaudalen Ausdehnung. Entsprechend variieren die Projektionsverhältnisse.

Für die Reproduktion der Röntgenbilder in der vorliegenden Arbeit wurde eine Auswahl der Aufnahmen getroffen, deren Einstellwerte aus der Übersicht 1 zu entnehmen sind.

Um die optimale Aufnahmeanordnung zu finden, sind zunächst die Brennfleckpositionen kontinuierlich verändert worden. Die dabei gewählten Lagebeziehungen des Fokus zur Zahnreihe sind in der Übersicht 2 zusammengestellt.

Übersicht 1

Einstelldaten der abgebildeten Panoramaaufnahmen des Schädels: (Oberkiefer)

Fokus-Frontzahndistanz | Einstellwinkel | Abbildung Nr.

4,0 cm	17 Grad	33
	20 "	34
	25 "	35
	30 "	20
5,0 cm	17 "	36
	20 "	37
	25 "	38
6,0 cm	17 "	18,39
	20 "	40
	25 "	41
6,5 cm	10 "	19

Übersicht 2

Die am Schädel untersuchten Fokuspositionen:

<u>Fokus-</u> <u>Frontzahndistanz</u>	<u>Einstellwinkel</u>	<u>Anatomische Lagebeziehung des Fokus</u>
4,0 cm	5 Grad	median auf der Verbindungslinie der
	10 "	disto-bukkalen Tubercula <u>6 6</u>
	15 "	
	17 "	
	20 "	
	25 "	
	30 "	
	35 "	
	40 "	
4,5 cm	44 "	
	9 "	median in Höhe des Approximalraumes
	20 "	von <u>7 6 6 7</u>
	25 "	
	30 "	
	35 "	
5,0 cm	40 "	
	17 "	median auf der Verbindungslinie der
	20 "	palatinalen Tubercula <u>7 7</u>
	25 "	
5,5 cm	30 "	
	20 "	median auf der Verbindungslinie des
	25 "	distalen Umfanges von <u>7 7</u>
6,0 cm	35 "	
	17 "	median und kaudal der Spina nasalis
	20 "	posterior
	25 "	
6,5 cm	30 "	
	10 "	(nicht fixierter Schädel)

Während B l a c k m a n (1) als optimale Aufnahmebedingung für Übersichtsbilder des Oberkiefers eine intraorale Fokus-Frontzahndistanz von 3,5 cm und einen Einstellwinkel von 30 Grad angibt (für das Panoramix-Gerät), wurden bei der systematischen Untersuchung des Schädels die günstigsten Bedingungen bei Einstelldaten von 6,0 cm und 17 Grad gefunden (siehe Abb. 12a und 12b). Der Brennfleck liegt dabei median und auf der Verbindungslinie der oberen Weisheitszähne (hintere Kronenfläche). Der Abstand der Applikatorkuppe vom harten Gaumen beträgt 1,5 cm, der Fokusträger berührt bei dieser Einstellung das knöcherne Gaumendach also nicht.

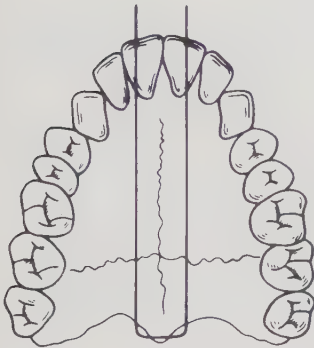


Abb. 12a

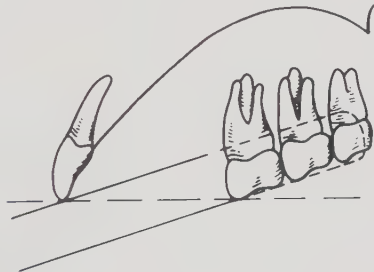


Abb. 12b

Schematische Darstellung der Fokusposition für die Übersichtsaufnahme des Oberkiefers (6,0 cm, 17 Grad)
a) Ansicht von kaudal b) Sagittalschnitt
(Umzeichnung nach M ü h l r e i t e r (21))

Allgemein kann für die Winkeleinstellung ein Spielraum von 10 bis 22 Grad angenommen werden. Bei noch größerem Einstellwinkel (25 Grad) führt die Strahlenabdeckung des Applikators dann zur Ausblendung entscheidender Bilddetails.

Der intraorale Abstand des Fokus zu den Schneidezähnen ist von 4,0 bis 6,5 cm variabel.

Da diese Werte jedoch nur für den untersuchten Schädel zutreffen,

werden sie von Fall zu Fall in Abhängigkeit der verschiedenen anatomischen Situationen geringfügig variieren. Sie können deshalb lediglich als Richtwerte aufgefaßt werden.

3. Interpretation der Bilddetails:

a) Vorbemerkungen:

Die regelrechte Einordnung der Bilddetails kann nicht nur für die optimalen Projektionsanordnungen vorgenommen werden, da sowohl die anatomisch bedingten Variationen als auch geringfügige Veränderungen der Einstelldaten (intraorale Applikatorlänge und Einstellwinkel) die Objektwiedergabe merklich beeinflussen. So sehr man sich auch stets darum bemüht hat, die Fokus-Frontzahndistanz und den Einstellwinkel nach den Empfehlungen für bestmögliche Kieferabbildungen einzuhalten, so wenig wird es auszuschließen sein, daß Abweichungen davon auftreten.

Im übrigen sind die dorso-ventralen Ausmessungen der Kiefer (Distanz zwischen der Schneidekante der Frontzähne und der Verbindungslinie der Weisheitszähne (hinterer Kronenumfang)) und vor allem die der Gaumengewölbe (siehe H u t z l i (11) und L e h m a n n (18)) doch oftmals derart unterschiedlich, daß schon aus diesem Grunde eine variable Objektwiedergabe wegen der abgewandelten Aufnahmebedingungen gar nicht zu vermeiden ist.

Es ist somit zwingend, alle Objektabbildungen im Rahmen der unvermeidbaren Variationswerte der anatomischen und projektorischen Bedingungen zunächst gesondert und dann komplex herauszuarbeiten.

b) Allgemeine Übersicht der Panoramaaufnahme:

Um die richtige Interpretation der Bildeinzelheiten überprüfen zu können, sind Orientierungshilfsmittel entsprechend der nachfolgenden Übersicht 3 an dem mazerierten Schädel angebracht worden.

Die gebogenen Anteile des Gesichtsschädels und der Kiefer werden aufgrund der Projektionsanordnung in einer Ebene, gewissermaßen aufgeklappt, wiedergegeben. In lateraler Ausdehnung wird der Schädel bis zum Arcus zygomaticus und einem kleinen Teil des Os temporale

Übersicht 3

Orientierungshilfen zur Kontrolle der
Röntgenbildinterpretation

A (1-3)	basale Antrumlinie
B (1-3)	dorso-rostrale Nasenbodenlinie (lateral)
C (1-4)	Concha nasalis inferior
F1	Facies anterior
F2	Facies infratemporalis
F3 (1-5)	entspricht bei intraoraler Aufnahme F1 und F2
G	Orbitaboden (medio-ventraler Abschnitt)
I	Incisura nasalis
K	Kieferhöhle
L	Nasenscheidewand
M	Canalis infraorbitalis (mediale Begrenzung)
N (1-7)	Orientierungsmarken im Nasenbodenbereich
O (1-6)	Orbita, Margo infraorbitalis
P1	Processus temporalis ossis zygomatici
P2	Processus frontalis ossis zygomatici
P3	Processus maxillaris ossis zygomatici
P4	Processus zygomaticus ossis temporalis
SP	Spina nasalis
S1	Sutura frontozygomatica
S2	Sutura temporozygomatica
T	Os temporale
W	Canalis nasolacrimalis
X	Lamina medialis processus pterygoidei (Hamulus)
Y	Lamina lateralis processus pterygoidei
Z	Corpus ossis zygomatici

dargestellt. Im kranialen Bildabschnitt zeichnen sich das Nasenbein und beiderseits davon die Augenhöhlen ab. Der mediale Anteil des Margo supraorbitalis gelangt jedoch nicht mehr zur Abbildung.

Auf der unteren Bildhälfte erscheint der Zahnbogen in fast gleichmäßiger Vergrößerung. Die dorso-ventral verlaufenden Seitenzahnrei-

hen kommen im Panoramabild seitlich der Frontzähne in einem leicht nach oben ziehenden Bogen zur Darstellung (siehe Abb. 39).

Bei höher postiertem Fokus geht der bogenförmige Verlauf der Zahnreihe in eine horizontale Anordnung der Zähne über. Die okklusalen Zahnflächen können dabei der Abbildung entgehen, da sie bei großem Einstellwinkel von den Röntgenstrahlen (durch die Strahlenabdeckung) oder auch von dem Film (projektionsbedingt) nicht mehr erfaßt werden (siehe Abb. 41).

c) Darstellung der Frontzahnreihe:

Im Gebiet der Schneidezähne sind alle Interdentalbereiche beurteilbar abgebildet. Die Vergrößerung der Zähne im Frontzahnbogen ist nahezu konstant. Sie ist jedoch von der Nasenform abhängig, die den Objekt-Film-Abstand und damit den Vergrößerungsfaktor bestimmt. Dieser nimmt mit mehr dorsaler und auch hoher Fokusposition ab.

Eine Objektvergrößerung kann auch eine Protrusion der Zähne wegen der besonders unterschiedlichen Abstandsverhältnisse im Kronen- und Wurzelspitzenbereich bewirken. Sofern der Fokus dicht am Gaumendach liegt, werden die protrudierten Zähne insgesamt etwas verkürzt wiedergegeben (siehe Abb. 13a und 13b).

d) Der Prämolarenbereich:

Die optimale Abzeichnung der Prämolaren läßt sich nicht mit der Routineeinstellung (6,0 cm, 17 Grad) erreichen, da hierbei regelmäßig Überlagerungen der Kronen- und Wurzelabschnitte auftreten, was sich aus der Verlaufsrichtung der Approximalflächen dieser Zähne gut ableiten läßt (J u n g (12)) (siehe dazu Abb. 8 auf Seite 8).

Durch einen mehr ventral gelegenen Fokus (4,0 cm) erscheinen die Prämolaren zwar stärker vergrößert, sie können aber besser beurteilt werden. Mit steilem Einstellwinkel nimmt die Vergrößerung ab, jedoch lassen die palatinalen Wurzeln aufgrund des kleineren Fokus-Objekt-Abstandes und der größeren Objekt-Film-Distanz eine Auswertung nicht zu. Bei anteriorer Kompression sowie stark ausgebildetem Jochbogen kommt dieser Faktor noch mehr zur Geltung, da der Film entsprechend

weit entfernt liegt.

e) Darstellung der Molaren:

Die Interdentalregion der Molaren wird mit der optimalen Einstellung (6,0 cm. 17 Grad) nahezu ideal dargestellt. Die Vergrößerung der Zähne ist gering. Selbst die Weisheitszähne können mit dieser Projektion dargestellt werden. Dagegen lassen sich die Wurzelverhältnisse der zweiten Molaren nicht beurteilen, da sie von der Schattenverdichtung des filmnäher gelegenen Os zygomaticum überdeckt werden. Die ersten Molaren hingegen sind komplett abgebildet. Die palatinalen Wurzeln sind wegen der geringen Fokus-Objekt-Distanz stärker vergrößert als die bukkalen (siehe Abb. 13a).

Bei zunehmenden Einstellwinkel wird das Jochbein projektivisch mehr und mehr nach kranial verschoben, so daß schließlich nur noch die Wurzelspitzen der zweiten Molaren durch den unteren Jochbeinrand überdeckt sind. Dabei verringert sich nunmehr die Vergrößerung der palatinalen Wurzeln der ersten und zweiten Molaren.

Ausschlaggebend für die unterschiedliche Projektion ist auch der Achsenverlauf der Molaren zur Median-Sagittalebene (bukko-palatinaler Neigung) (siehe Dempster, Adams, Duddles (3)). Stark gekippte Zähne werden bei flacher Fokusposition in stärkerem Maße vergrößert als normal stehende, wobei sich dieses besonders auf die filmferner gelegenen palatinalen Wurzeln auswirken muß. Ist der Brennfleck näher dem Gaumendach postiert, so ist die Vergrößerung geringer (siehe Abb. 13a und 13b).

Mit der Verringerung der Fokus-Frontzahndistanz werden auch noch die ersten Molaren in das Jochbein projiziert. Ist der Fokus dann extrem rostral aufgestellt, so wandern die Molaren projektivisch nach distal. Durch die Überlagerung der disto-oralen Zahnanteile des ersten und der mesio-bukkalen des zweiten Molaren entstehen Spindelkörper, die bei entgegengesetzter Strahlenführung und intraoral liegendem Film ebenso zustandekommen (distal-exzentrische Projektion). Die dritten und teilweise auch die zweiten Molaren werden bei dieser Einstellung nicht mehr abgebildet.

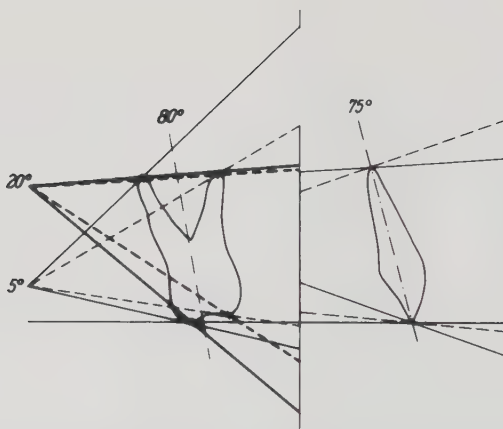


Abb. 13a: Darstellung der Vergrößerung der Schneidezähne und der Molaren mit normaler Zahnachsenneigung (Fokusposition 6,0 cm, 5 Grad und 17 Grad).

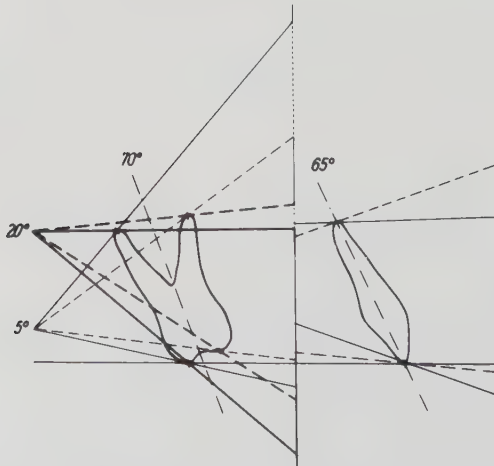


Abb. 13b: Darstellung der Vergrößerung bei Protrusion der Schneidezähne und bucco-palataler Kippung der Molaren (Fokusposition wie in Abb. 13a).

f) Inzisura nasalis (I):

Der untere Abschnitt der Apertura piriformis wurde mit einem der Inzisur angebogenem Draht markiert. Bei rostraler Fokusslage mündet er auf der Aufnahme als eine in die Länge gezogene, leicht gewellte Linie, die von medial nach kranio-lateral zieht, in die latero-basale Nasenbodenlinie. Die Inzisur wird dabei mehr von kaudal durchstrahlt.

Liegt der Brennfleck weit hinten in der Mundhöhle (6,0 cm), so verlaufen die Röntgenstrahlen in dorso-ventraler Richtung durch den unteren Naseneingang, der dann als ein nach oben offener Bogen dargestellt wird. Bei höher gelegenem Fokus kreuzt er die latero-basale Nasenbodenlinie im annähernd rechten Winkel.

g) Nasenscheidewand (L):

Das Nasenseptum durchläuft von der Spina nasalis anterior beginnend das Röntgenbild in vertikaler Richtung. Ihr genau senkrechter Verlauf ist von der anatomischen Gestaltung, insonderheit aber auch von dem exakt median postierten Fokus abhängig.

h) Concha nasalis inferior (C 1-4):

Die untere knöcherne Nasenmuschel gelangt bei ventral aufgestelltem Brennfleck nur in ihrem rostralen Ansatz mit einer leichten seitlichen Ausbuchtung nach kranial zur Abbildung. Der gewölbte Verlauf wird mit zunehmender Applikatorlänge abgeflacht, wobei der distale Muschelanteil neben den Tränenkanal in die Orbita (medial) projiziert wird (siehe Abb. 39). Während die vertikale Verschiebung des Fokus keinen Einfluß auf die röntgenologische Abzeichnung der Concha nasalis inferior hat, wird sie bei mehr dorsaler Einstellung verkürzt dargestellt.

i) Latero-basale Nasenbodenlinie (B):

Sie entspricht den tangential getroffenen Kompaktaabschnitten am Umschlag vom Nasenboden zur lateralen Nasenwand (J u n g (17)) und in Abhängigkeit von der Fokusposition (extrem steile Einstellung) gelegentlich auch einmal dem Boden des Cavum nasi.

Die Verdichtungslinie beginnt an der Apertura piriformis (Incisura nasalis) und zieht durch die Antrum- und Orbitatransparenz seitlich nach latero-kranial. In der Nähe des Fokus wird sie unschärfer dargestellt, und zwar umso eher, je geringer die Fokus-Frontzahndistanz ist. Dann tritt die Schattenverdichtungslinie oberhalb der Sutura frontozygomatica aus dem Bild, während sie bei dorsaler Einstellung (6,0 cm, 25 Grad) in den lateralen Anteil des Margo infraorbitalis übergeht. Das bedeutet, daß sie mit einer zunehmend dorsalen und hohen Fokuslage mehr und mehr horizontal verläuft.

Insgesamt werden die distalen Teile des Nasenbodens durch die Strahlendivergenz nach kranial projiziert. Die Spina nasalis posterior wird selbst dann nicht dargestellt, wenn sich der Brennfleck extrem weit in der Mundhöhle befindet (unterhalb der Spina nasalis posterior).

j) Canalis nasolacimalis (W):

Der Tränenkanal stellt sich als ovales, blattförmiges, an die laterale Nasenwand grenzendes Foramen dar, das über den medialen Anteil des Margo infraorbitalis projiziert wird. Der Kanal tritt bei ventraler Fokusposition (4,5 cm) unscharf und vergrößert ins Bild. Nur bei dorsaler Brennflecklage wird er in seinem ganzen Umfang erfaßt (siehe Abb. 39).

k) Orbita (O 1-6):

Die Orbita gelangt nicht gänzlich zur Darstellung, selbst wenn die optimale Aufnahmebedingung gewählt wird. Am oberen Bildrand ist der mediale Teil des Margo supraorbitalis regelmäßig abgeschnitten. Zur Abbildung kommt die zwischen dem Os frontale und dem Os zygomaticum verlaufende Sutura frontozygomatica. Unterhalb dieser Knochennaht sind die Markierungspunkte (O 1-6) entlang dem Margo infraorbitalis angebracht worden (siehe Abb. 14).

Die Abzeichnung des unteren Augenrandes variiert erheblich mit der Veränderung der Brennflecklage. Befindet sich der Fokus in Höhe der Weisheitszähne, dann gelangen alle Orientierungsmarken zur Darstellung. Sie beschreiben einen von der Sutura frontozygomatica kurz nach kaudal und lateral absteigenden, dann nach medio-kranial an-

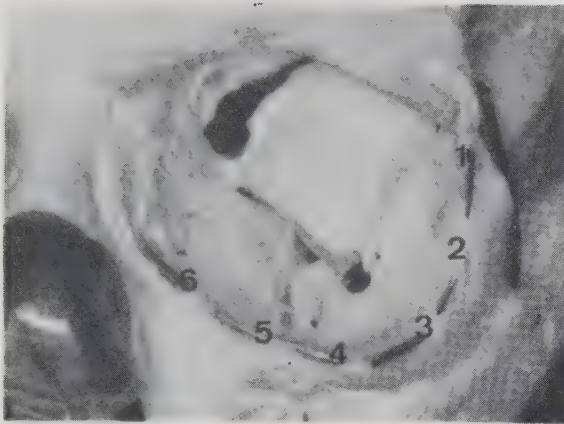


Abb. 14: Orientierungsmarken am margo
infraorbitalis (O 1-6).

steigenden Bogen, der schließlich zusammen mit dem Schatten der lateralen Nasenwand aus dem Bild verschwindet.

Der laterale Anteil des Margo infraorbitalis (entspricht O 1-3) erfährt aufgrund der grossen Fokus-Objekt- und der geringen Objekt-Film-Distanz sowie durch seine Lage in der Strahlenrichtung eine Verkürzung. Der mediale Orbitarandanteil (entspricht O 5-6) hingegen erscheint projektivisch verlängert (siehe Abb. 39).

Wird der Brennfleck im Prämolarenbereich aufgestellt, so durchlaufen die Röntgenstrahlen den medialen Abschnitt des unteren Augenrandes (= O 5-6) mehr in kaudo-kranialer Richtung. Dadurch wird dieser Randanteil steiler nach medio-kranial verlaufend wiedergegeben. Er nähert sich dabei dem lateralen Orbitarand. Die Vergrößerung und die Unschärfe nehmen hier erheblich zu. Der mediale Bezirk (entspricht dem Markierungspunkt O 6) kommt endlich bei extrem rostraler Fokuslage nicht mehr zur Darstellung (siehe Abb. 33).

Die Orbitatransparenz selbst entsteht durch die Abzeichnung anteriorer basaler und medio-basaler Augenhöhlenabschnitte, was durch Markierungen im Orbitabodenbereich nachgewiesen werden konnte. Die latero-basalen Wandanteile sind durch die Abbildung des Processus frontalis ossis zygomatici der Beurteilung entzogen.

In ihrer ganzen Ausdehnung wird die Orbita von der Kieferhöhlen-transparenz überlagert. Die Knochensepten, die im Sinus maxillaris parallel der Strahlenrichtung verlaufen und daher als Verdichtungs-linien abgezeichnet werden, erscheinen somit als zarte Bänder auch in der Orbitatransparenz. Sie ziehen hier von kaudal nach kranial. Bei ventraler Fokuslage sind sie wegen der Unschärfe (Strahlendi-vergenz) nicht sichtbar.

1) Os zygomaticum:

Es wird bei jeder Einstellung mit allen seinen Fortsätzen in vollem Umfang dargestellt.

4.) Corpus ossis zygomatici (2):

Die Schattenverdichtung des Corpus ossis zygomatici überdeckt die Wurzeln des zweiten Molaren sowie einen großen Teil der Kieferhöhle. Die Abbildung des Jochbeins wird von den Kontur gebenden Abzeichnungs-flächen der Facies anterior und der Facies infratemporalis (dem so ge-nannten V-Schatten) durchzogen (siehe Abb. 39).

Wenn sich der Fokus dem Gaumendach nähert, so wird das etwa viereckige Corpus ossis zygomatici nach kranial projiziert. Es erscheint dann be-sonders in kranio-kaudaler, aber auch gering in medio-distaler Rich-tung verkürzt. Dadurch werden der Processus alveolaris maxillae und die Wurzeln des zweiten Molaren freiprojiziert.

Wird der Brennfleck in die Prämolarenregion verlegt, so wandert auch das Jochbein dorthin, um dann die Wurzeln von 6 5 | 5 6 zu verdecken. Die zweiten Molaren treten bei dieser Einstellung am distalen Rand des Os zygomaticum wieder hervor.

Der Übergang der Facies anterior in die Facies infratemporalis (ent-spricht der Christa infrazygomatica) wurde durch einen großen, der kaudalste Abschnitt des Corpus ossis zygomatici durch einen kleinen Markierungspunkt gekennzeichnet (siehe Abb. 15 auf Seite 27). Die Lagebeziehung dieser beiden Punkte zueinander wechselt in starkem Maße mit der Fokusposition. Auf der Routineaufnahme (6,0 cm, 17 Grad) befindet sich der untere Jochbeinpunkt disto-kaudal der Christa in-

frazygomatica. Bei ventral und hoch aufgestelltem Brennfleck wird er medio-kranial der Knochenleiste abgezeichnet.

♣) **Processus maxillaris ossis zygomatici (P3):**

Der kraniale Umfang des Fortsatzes stellt den lateralen Abschnitt des Margo infraorbitalis dar. Er verläuft vom Corpus ossis zygomatici schräg nach kranio-medial durch die Antrumtransparenz zum Processus zygomaticus maxillae.

Bei extrem rostraler Fokusslage wird er unscharf und verkürzt in die Wurzelspitzenregion der zweiten Prämolaren projiziert.

Ist der Brennfleck unmittelbar unter der Spina nasalis posterior aufgestellt, so wird der Fortsatz nach kranio-distal verlagert. Dabei deckt sich seine kraniale Begrenzung mit der latero-basalen Nasenbodenlinie (siehe Abb. 41).

⌒) **Processus frontalis ossis zygomatici (P2):**

Er bildet den lateralen Orbitarand bis zu der Sutura frontozygomatica, die nach kranio-lateral verläuft. Der Fortsatz verdeckt auf dem Röntgenbild die latero-basalen Abzeichnungsflächen des Orbitabodens. Zudem wird er wie das gesamte Os zygomaticum in die Kieferhöhlentransparenz projiziert.

Liegt der Brennfleck mehr rostral, so nähert sich der Processus frontalis ossis zygomatici dem medialen Orbitarandabschnitt. Der disto-mediale Durchmesser des Fortsatzes erscheint dann größer. Auch bei extrem ventraler Fokusslage ist der Processus frontalis im Gegensatz zu dem Processus maxillaris ossis zygomatici noch scharf begrenzt wiedergegeben.

⌒) **Processus temporalis ossis zygomatici (P1):**

Der Fortsatz gehört zusammen mit dem Processus zygomaticus ossis temporalis dem Arcus zygomaticus an, der im Röntgenbild nahezu horizontal nach lateral verläuft.

Bei der Routineeinstellung (6,0 cm, 17 Grad) überdeckt der Processus

temporalis ossis zygomatici das Tuber maxillae und die Processus pterygoidei. Trotzdem ist anhand dieser Übersichtsaufnahme eine Bewertung der Jochbogenverhältnisse (Frakturen) gut möglich, da der filmnahe gelegene Arcus zygomaticus sich stets scharf abzeichnet.

Nähert sich der Fokus dem Gaumendach, so wird der Processus temporalis ossis zygomatici mehr nach kranial projiziert. Die Flügelfortsätze gelangen hierbei kaudal des Arcus zygomaticus zur Darstellung.

Ist der Brennfleck ventral aufgestellt, dann läßt sich der anteriore Jochbogenabschnitt wegen der Überlagerung mit den ersten und zweiten Molaren nicht beurteilen (siehe Abb. 33).

m) Processus zygomaticus ossis temporalis (P4):

Der Fortsatz, der den posterioren Anteil des Arcus zygomaticus darstellt, ist auf dem Röntgenbild bei dorsaler Brennflecklage noch in seiner Verbindung zum Os temporale zu erkennen (siehe Abb. 40). Er erscheint wegen seiner filmnahen und der fokusfernen Beziehung kaum vergrößert und ist diagnostisch gut zu erfassen. Er verlagert sich wie das Jochbein mit steiler Einstellung nach kranial.

n) Processus pterygoideus:

Die Lamina medialis (X) und die Lamina lateralis (Y) werden nur durch einen weit dorsal aufgestellten Fokus abgebildet. Es liegt auf der Hand, daß sie aufgrund ihrer filmfernen Lage und des geringen Fokus-Objektstandes stark vergrößert erscheinen müssen. Da sie bei der Routineeinstellung von dem Arcus zygomaticus sowie dem Processus muscularis mandibulae verdeckt werden, empfiehlt sich für ihre Darstellung ein dorsal und unmittelbar unter dem Gaumendach postierter Fokus. Sie sind dann kaudal des Jochbogens beurteilbar abgezeichnet. Die Lamina medialis (Hamulus) ist bei dieser Projektion medio-kaudal der Lamina lateralis gelegen (siehe Abb. 41).

o) Facies anterior (F1) und Facies infratemporalis (F2):

Die beiden Flächen bilden den bekannten V-Schatten. Die im intraoralen Röntgenbild maßgebenden Wandanteile für die Bildung des V-Schat-

tens ergeben im Panoramabild keine Kontur (siehe in Abb. 37 dementsprechend F3 (1-5)), so daß sich die Notwendigkeit aufdrängte, die hier Schatten gebenden Wandabzeichnungsflächen mit Markierungen ausfindig zu machen (siehe Abb. 15).

Während im intraoralen Röntgenbild die Orientierungsmarken F3 (4-5) der Facies anterior und die Punkte F3 (1-2) der Facies infratemporalis entsprechen, wurden diese Flächen auf der Panoramaaufnahme bei F1 und F2 gefunden (siehe Abb. 40). Prinzipiell stellen sie hier ein spitzes "V" dar, das heißt, die Abzeichnungsflächen liegen weiter lateral als auf der intraoralen Aufnahme.



Abb. 15

Markierung der im Panoramabild dargestellten Facies anterior F1 und Facies infratemporalis F2 (entspricht im intraoralen Röntgenbild F3).

Zur Interpretation gelangt wegen der besseren Übersicht nun der Wandanteil, der einer V-Schatten-Darstellung im intraoralen Röntgenbild entsprechen würde (F3 (1-5)).

Wird der Fokus der Okklusionsebene genähert, so wandert der jetzt stumpfer gezeichnete V-Schatten in Richtung des Margo infraorbitalis. Eine geringere Fokus-Frontzahndistanz läßt dieses noch stärker ausgeprägt erscheinen. Hierbei wird der anteriore Schenkel (= F3 (4-5)) bis in die Orbitatransparenz, der posteriore (= F3 (1-2)) bis

zum Os temporale bogenförmig nach oben verlängert abgezeichnet. Die V-förmige Markierungslinie erscheint weit geöffnet und in die Länge gezogen (siehe Abb. 33).

p) Sinus maxillaris (K):

Die Begrenzungslinien des Sinus maxillaris müssen verständlicherweise bei variablen Brennfleckpositionen unterschiedlichen Wandanteilen zugeordnet werden. Während sich die kaudalen Bereiche nur geringfügig verändern, kommen im anterioren und posterioren Bezirk durch variable Fokus-Frontzahndistanzen erhebliche Verschiebungen der Abzeichnungsflächen vor.

Abgesehen von der Bildbeeinflussung durch einen verschieden hoch aufgestellten Fokus muß zunächst der Vorzug Erwähnung finden, der sich aus der Möglichkeit, nunmehr auch Bodenpartien der Kieferhöhle zur Ansicht zu bringen, für die Bildinterpretation in diesem Bereich endlich ergibt. Während bisher mit allen intraoralen Projektionen stets die latero-basal lokalisierten Wandabschnitte die Abzeichnungsfläche bildeten (H i e l s c h e r (8)), ist es nun möglich, auch die unteren und teilweise sogar die medio-basalen Wände der Beurteilung zuzuführen. Das bedeutet, daß es mit Hilfe dieser Panoramaaufnahmen gelingen wird, auch die an der palatinalen Wurzel lokalisierten Abänderungen und Perforationen im Bodenbereich beurteilbar darzustellen. Hierin liegt der Vorteil dieses Verfahrens für diesen Bereich schlechthin.

Betrachtet man einen präparierten mazerierten Schädel von vorn, dann läßt sich unschwer erkennen, in welchem Maße die Kieferhöhle und die Orbita abschnittsweise an der Transparenzzeichnung beteiligt sind. Die medio-basalen Antrumbereiche werden in die latero-basalen und extrem lateralen Orbitaregionen projiziert. Anhand des Röntgenbildes ist nicht zu entnehmen, welche Abschnitte der genannten Räume in den verschiedenen Transparenzbereichen für die Abzeichnung bestimmend sind. Es läßt sich nur aussagen, daß kaudal die Aufhellung ausschließlich dem basalen Antrumbereich entspricht. Unsere Vorstellung von der topographisch-anatomischen Situation läßt uns außerdem nicht im Zweifel, daß fast die gesamte Jochbeinzeichnung im Kieferhöhlen-

bereich gelegen sein muß.

Die im Panoramabild stets vorhandenen Schattenverdichtungslinien der Orbita und der basalen oder latero-basalen Nasenwand sind keinesfalls als Abgrenzungen zwischen der Orbita, der Kiefer- und der Nasenhöhle aufzufassen.

Die Tatsache, daß trotz aller Variationen der Brennfleckpositionen immer ausgedehnte Bodenbereiche die Abzeichnungsfläche bilden, findet auch in der Bildwiedergabe des Recessus alveolaris sichtbaren Niederschlag. Man erkennt recht regelmäßig mehr oder weniger parallel zur basalen Antrumlinie verlaufende Schattenverdichtungen unterschiedlicher Breite und Intensität. Sie können auch einmal nach kranial gerichtete Vorwölbungen aufweisen. Die Entstehung dieser basalen Verdichtungsbänder, der Antrumlinie innig aufsitzend, ist denkbar leicht zu erklären:

Die anatomische Konfiguration des Recessus alveolaris bringt es mit sich, daß nicht nur die basale Abzeichnungsfläche relativ groß ist (gute Kontur!), sondern daß medial und lateral davon die angrenzenden Wandbezirke immer noch annähernd parallel in der Strahlenrichtung verlaufen. Diese Abschnitte - kranial der Abzeichnungsfläche gelegen - bedingen die aufsitzenden Schattenverdichtungsbänder, deren Intensität, Verlauf und kraniale Konfiguration (rundlich (meist) oder spitz (selten) auslaufende Form) in geringerem Maße von der Brennfleckposition und in weitaus größerem Maße von der anatomischen Gestaltung des alveolären Kieferhöhlenbezirkes abhängig sind. Es ergibt sich daraus zwangsläufig ein Nachteil für die Beurteilung der im Bodenbereich vorhandenen Abänderungen (Schleimhautschwellungen, gleichmäßige, rundliche und polypöse Abänderungen). Das Panoramabild wird nicht geeignet sein, solche Bildkriterien zuverlässig anzuzeigen, da es niemals möglich sein wird, sie von den Verdichtungszone alveolärer und außerhalb der konturgebenden Abzeichnungsfläche gelegenen Wandpartien abzugrenzen.

Einige Bilddetails und projektionsbedingte Besonderheiten bedürfen noch der Einordnung für die Bildinterpretation dieser Region.

Um das Ausmaß der erstellten Objektwiedergabe sichtbar zu machen,

sind an dem Processus alveolaris maxillae drei Orientierungsmarken (A 1-3) angebracht worden. Diese befanden sich im Bereich des zweiten Prämolaren und kennzeichneten den Alveolarfortsatz in diesem Gebiet von dem Alveolarkamm bis zu dem Gaumendach.

Es zeigte sich, daß die Markierungen auf dem Röntgenbild durch eine nach dorsal gerichtete Verschiebung des Fokus nach medial wandern, wobei die einzelnen Punkte mit zunehmend steiler Einstellung zusammenrücken (siehe Abb. 41). Daraus läßt sich entnehmen, daß bei dorsal und nahe dem Gaumen liegendem Brennfleck die Kieferhöhle in größerer Ausdehnung erfaßt wird. Aufgrund der enormen Strahlendivergenz werden die posterioren Abschnitte der Kieferhöhle nach kranial und damit in die Orbitaabzeichnung projiziert (siehe Abb. 16).

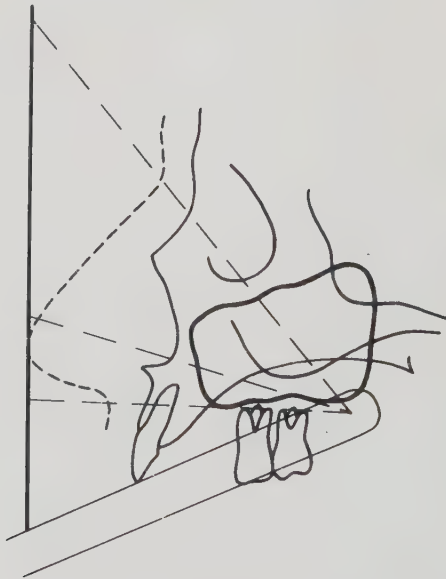


Abb. 16: Projektionsschema der Kieferhöhle bei dorsaler Fokusposition: die posterioren Anteile werden nach kranial in die Orbita projiziert.
(Umzeichnung nach J u n g (16))

insgesamt wird die Antrumtransparenz von der lateralen Nasenbodenlinie durchzogen und im lateralen Bildabschnitt von dem Os zygomaticum mit allen seinen Fortsätzen sowie den Molarenwurzeln teilweise überdeckt. Außerdem zeigen sich in ihr zarte Schattenverdichtungslinien der Knochensepten sowie Aufhellungen, die durch Gefäße hervorgerufen sind.

4. Brennfleckpositionen für Übersichtsaufnahmen im Unterkiefer:

Die Aufstellung des Schädels, der "nach der Nasoauricularlinie ausgerichtet" fixiert worden war, blieb auch für die Unterkieferaufnahmen bestehen. Es wurde damit von der allgemeinen Aufnahmeanordnung der Kiefer (horizontale Lage des aufzunehmenden Zahnbogens) abgewichen, und zwar um so viel, wie es einer Öffnungsbewegung entspricht, die der Einbringung des Applikators (Durchmesser 11 mm) zwischen die Zahnreihen dient. Während der gesamten Untersuchungsreihe ist im Hinblick auf die Darstellung des Unterkiefers kein Nachteil dieser Anordnung festgestellt worden.

Bei den Untersuchungen am präparierten mazerierten Schädel konnte die normale Mundöffnungsbewegung nur nachgeahmt werden. Die so ermittelten Einstelldaten für den Unterkiefer sind nur bedingt gültig. Sie wurden deswegen lediglich als Ausgangswerte für umfassendere Patientenuntersuchungen benutzt. Die gewählten Fokuspositionen sind aus der Übersicht 4 zu entnehmen.

Für eine gesamte Unterkieferübersicht - einschließlich des Angulus mandibulae - erwies sich eine Fokus-Frontzahndistanz von 5,0 cm als optimal. Dabei befindet sich der Brennfleck median auf einer Verbindungslinie, die 15 mm kaudal der Lingulae mandibulae im Bereich des aufsteigenden Astes anzunehmen ist. Diese Aufnahmeanordnung kann nicht ohne Einschränkung auf den Patienten übertragen werden, da die anatomischen Gegebenheiten der Zunge und des Mundbodens (Reflexbereitschaft) unberücksichtigt bleiben. Jedoch wird prinzipiell gefordert, den Fokus für solche Übersichtsgewinnungen möglichst weit in die Mundhöhle einzuführen. Er sollte sich auch hier - wie bei den Gesamtdarstellungen des Oberkiefers - möglichst auf der Verbindungslinie der Weisheitszähne befinden.

Übersicht 4

Die untersuchten Fokuspositionen für Gesamtdarstellungen des Unterkiefers am präparierten mazerierten Schädel:

<u>Fokus- Frontzahndistanz</u>	<u>Einstellwinkel</u>	<u>Anatomische Lagebeziehung des Fokus</u>
4,0 cm	0 Grad	median auf der Verbindungslinie von
	-2 "	77 (hintere Kronenfläche)
	-3 "	
	-4 "	
	-5 "	
	-7 "	
5,0 cm	0 "	median und 15 mm kaudal der Verbin-
	-2 "	dungslinie der Lingulae mandibulae
	-3 "	
	-4 "	
	-5 "	
	-7 "	
	-10 "	

Der Einstellwinkel wird bei den Unterkieferaufnahmen in Minusgraden angegeben, da sich der Fokus unterhalb der Okklusionsebene befindet. Die Winkelvariationen am Patienten sind sehr gering, weil die Zunge größere Einstellwinkel (am Untersuchungsobjekt -6 bis -10 Grad) nicht zuläßt. Für die Übersichtsaufnahmen des Unterkiefers beträgt der Spielraum des Einstellwinkels 0 bis -4 Grad. Bei steileren Einstellungen werden diagnostisch interessierende Bereiche mehr oder weniger ausgeblendet. Im Hinblick auf die möglichst regelrechte Abzeichnung des Zahnbogens und der angrenzenden Kieferanteile ergeben sich jedoch nur unmerkliche Nachteile.

5. Interpretation der Bilddetails im Unterkiefer:

Die Einordnung der anatomischen Einzelheiten der Mandibula bietet auf der Panoramaaufnahme keine Schwierigkeiten. Abgesehen von der Vergrößerung unterliegt die Objektwiedergabe wegen des kleinen Spiel-

raumes in der Projektionsanordnung kaum entscheidenden Veränderungen.

a) Die Panoramaaufnahme des Unterkiefers in der Übersicht:

Das Panoramabild zeigt den horizontalen Ast des Unterkiefers mit den Zähnen und dem Angulus mandibulae - seitwärts sozusagen "aufgerollt" - in einer Ebene (siehe Abb. 17

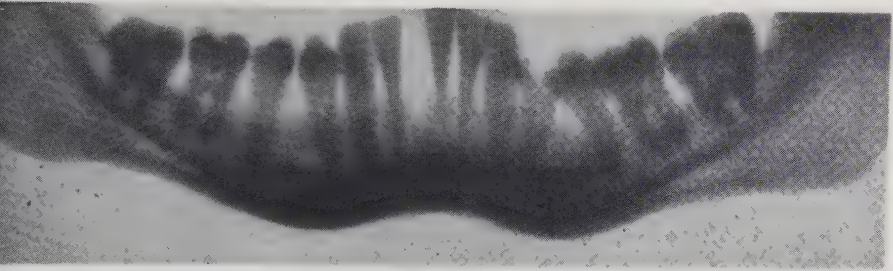


Abb. 17

Panoramaaufnahme des Unterkiefers (Einstelldaten: 5,0 cm und 0 Grad).

Die Zahnreihe beschreibt einen Bogen, der von den mittleren Schneidezähnen leicht nach kaudal und lateral zu den Seitenzähnen verläuft. Die untere Begrenzung des Corpus mandibulae erscheint wellenförmig. Der aufsteigende Ast gelangt zumeist nur unvollständig von dem Angulus mandibulae bis in die Höhe der Okklusionsebene zur Darstellung.

b) Der Frontzahnbereich:

Die Interdentalregionen der Schneide- und Eckzähne sind gut beurteilbar. Die Vergrößerung ist in diesem Gebiet nahezu gleichmäßig. Sie ist von der anatomischen Ausbildung der Protuberantia mentalis, die den Filmabstand und damit den Vergrößerungsfaktor bestimmt, abhängig und nimmt mit größerer Fokus-Frontzahndistanz ab.

Die Zahnachsenstellung (Protrusion, Retrusion) ist auch im Unterkiefer maßgeblich an der unterschiedlichen Vergrößerung der Kronen- und Wurzelbereiche beteiligt. Die Konsequenzen für die Projektion entsprechen denen des Oberkiefers (siehe Seite 18).

In der Wurzelspitzengegend zwischen den Front- und Backenzähnen

zeigt sich eine horizontal verlaufende Schattenverdichtung. Diese Linie resultiert aus den tangential getroffenen und labial gelegenen Kompaktaabschnitten der Basis mandibulae. Bei ventral aufgestelltem Fokus verdeckt sie die Wurzelspitzen der Eckzähne und der ersten Prämolaren. Diese Kompaktaabzeichnung muß wegen der teilweise äußerst variabel gestalteten Ausbildung nicht immer auf dem Röntgenbild vorhanden sein.

c) Das Prämolarengebiet:

Für den unteren Prämolarenbereich sind die Projektionsverhältnisse deswegen günstig, weil hier die Approximalflächen in einem nach ventral spitzeren Winkel zur Median-Sagittalebene verlaufen als die der oberen Backenzähne. Die Unterschiede sind aus den Abbildungen 8 und 9 auf Seite 8 ersichtlich. Daraus läßt sich ableiten, daß die Überlagerungen in dieser Gegend geringer sein müssen als in dem Prämolarenbereich des Oberkiefers. So findet man auch bei einer mehr oder weniger ausgeprägten dorsalen Fokusposition keine oder bestenfalls nur geringe Spindelkörper. Bei einer ventralen Fokuslage ist die Darstellung der unteren Prämolaren als optimal zu bezeichnen.

Die Wurzeln sind in diesem Gebiet stets gut beurteilbar. Dabei kann sich die physiologische bukkio-linguale Neigung der Zähne nur günstig auf die annähernd größengleiche Wiedergabe der Wurzeln auswirken (filmnahe Lage).

Das Foramen mentale laterale kommt auf dem Panoramabild regelmäßig zur Abzeichnung. Es ändert seine Lagebeziehung zur Zahnreihe mit der Fokusposition. Bei einer Fokus-Frontzahndistanz von 5,0 cm kommt es zwischen den Wurzelspitzen des ersten und zweiten Prämolaren zur Abbildung. Liegt der Brennfleck extrem dorsal, so wird es an die Wurzelspitze des zweiten Prämolaren projiziert.

d) Die Molarenregion:

Die Molarengegend gelangt nur bei einer möglichst rückwärtigen Brennflecklage befriedigend zur Darstellung. Dann sind die Interdentalbereiche beurteilbar. Die Weisheitszähne sind in ihrer mesio-distalen Ausdehnung vergrößert wiedergegeben, was fallweise auch bei den zwei-

ten Molaren zutreffen kann. Diese Vergrößerung erstreckt sich mehr auf den Kronen- als auf den Zahnwurzelbereich. Sie läßt sich durch die ausgeprägte bukkio-linguale Neigung dieser Zähne erklären.

Bei der Verschiebung des Fokus nach ventral gelangen die Weisheitszähne gar nicht und die zweiten Molaren stark vergrößert zur Abbildung.

Ein Schattenverdichtungsband verläuft von distal an den Wurzelspitzen des zweiten Molaren vorbei nach kaudo-medial, um schließlich in den unteren Kompaktaanteil des Corpus mandibulae überzugehen. Diese Abzeichnung entsteht durch die Linea mylohyoidea. Kaudal von ihr ist recht unregelmäßig und nur angedeutet der Canalis mandibularis sichtbar.

6. Fehlerhafte Einstellungen:

Die fehlerhaften Einstellungen lassen sich anhand des Röntgenbildes ohne weiteres erkennen. Schlechte Panoramaaufnahmen sind im wesentlichen auf die

- a) ungenügende Fixierung des Kopfes,
- b) ungenaue Filmlage und auf
- c) falsche Fokuspositionen

zurückzuführen.

a) Die ungenügende Fixierung des Kopfes:

Bei der Vielzahl der Abzeichnungsvariationen infolge verschiedener Projektionsanordnungen ist es zunächst einmal notwendig, die richtige Einstellung des Kopfes zur Röntgenröhre vorzunehmen. In welchem Maße die Fehlerquellen dieser Einstellphase die Abbildung beeinflussen, wird anhand eines Bildvergleichs am besten demonstriert (siehe Abb. 18 und 19).

Durch eine Dorsalflexion des Kopfes erscheinen die Frontzähne auf dem Panoramabild stark verkürzt, so daß fälschlicherweise eine Protrusion angenommen werden kann. Die Molaren sind nur teilweise abgebildet. Sie gelangen durch den nach dorsal geneigten Schädel eher in den Bereich der Strahlenabdeckung als bei einer horizontal ein-

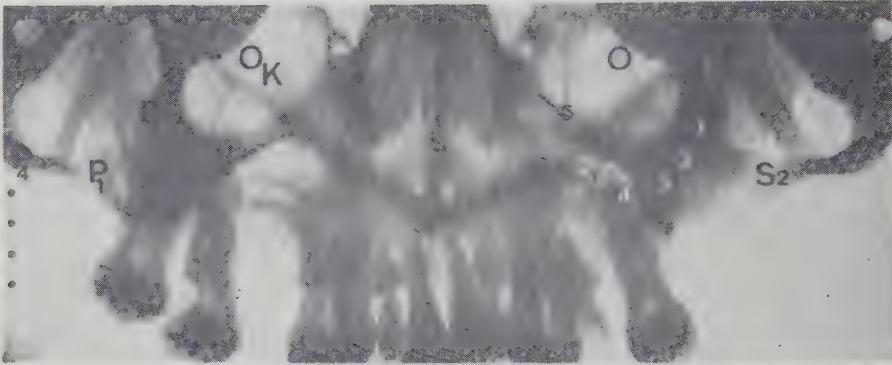


Abb. 18: Optimale Panoramaaufnahme des Oberkiefers
(Einstelldaten: 6,0 cm und 17 Grad).

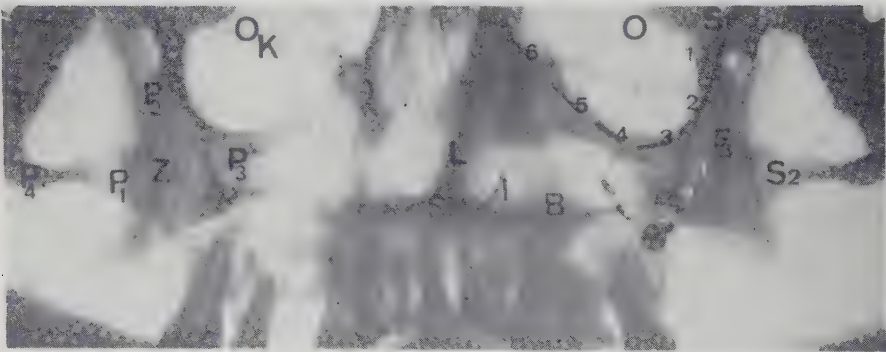


Abb. 19: Das Panoramabild bei einer Dorsalflexion des Kopfes
(Einstelldaten: 6,5 cm und 10 Grad).

gestellten Okklusionsebene.

b) Die ungenaue Filmlage:

Möglichst eng und beidseitig gleichmäßig anliegende Filme sind für eine optimale Objektwiedergabe von entscheidender Bedeutung. So sehr man sich auch darum bemühen muß, dieser Forderung gerecht zu werden, so wenig wird es zu vermeiden sein, daß hierbei Fehlerquellen infolge einer mehr oder weniger ungleichmäßigen Filmlage auftreten, zumal man bei dieser Einstellphase auf die Mithilfe des Patienten

angewiesen ist.

c) Die falsche Fokusposition:

Noch wichtiger ist allerdings die richtige Brennfleckposition. Der Fokus muß unter allen Umständen *m e d i a n* liegen, damit für beide Seiten die gleichen Fokus-Objektstände bestehen. Schon geringere Distanzänderungen bewirken vor allem im Seitenzahnbereich überaus unterschiedliche Objektwiedergaben, die sich nicht nur auf die Zähne, sondern auch auf die Abzeichnung der angrenzenden Schädelgebiete (Nasenseptum, latero-basale Nasenbodenlinie) sowie auf die Wiedergabe der Lagebeziehungen erstrecken.

Da zu g r o ß e E i n s t e l l w i n k e l (Oberkiefer 25 Grad, Unterkiefer -5 Grad) eine Ausblendung der diagnostisch interessierenden Gebiete zur Folge haben (siehe Abb. 20), sollten die hierzu gegebenen R i c h t w e r t e niemals außer acht gelassen werden!

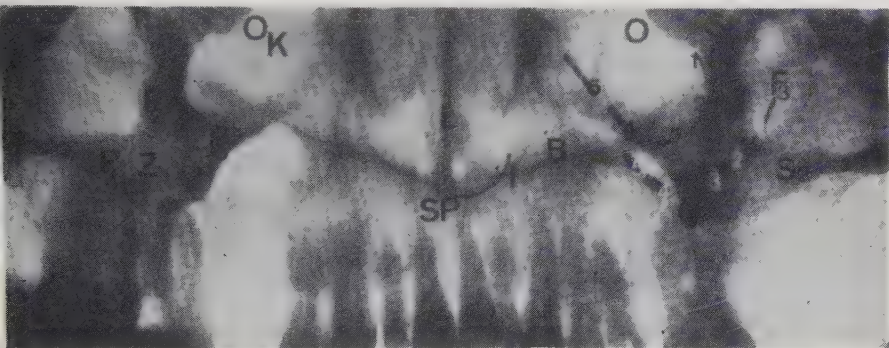


Abb. 20: Unvollständige Objektwiedergabe durch einen zu großen Einstellwinkel (Fokusposition: 6,0 cm und 30 Grad).

7. Panoramaaufnahmen eines kindlichen Schädels:

In die Untersuchungsreihe sind sieben weitere Schädel verschiedenen Alters miteinbezogen worden (darunter befanden sich drei kindliche Schädel im Alter von 4,7 und 10 Jahren). Zur Ermittlung der Ein-

herrn Prof. Dr. Ch. Schulze bin ich für die freundliche Überlassung eines geeigneten Untersuchungsmaterials zu Dank verpflichtet.

stelltdaten wurden nunmehr Untersuchungen am mazerierten Schädel eines Zehnjährigen durchgeführt.

Für den Oberkiefer ergaben sich hier eine Fokus-Frontzahndistanz von 5,0 cm und ein Einstellwinkel von 10 bis 15 Grad als "optimale" Aufnahmeanordnung. Im Unterkiefer konnte der Brennfleck 5,0 bis 5,5 cm weit in die Mundhöhle eingeführt werden, wobei der Fokusträger horizontal mit der Okklusionsebene verlief (0 Grad). Diese Daten sind jedoch wieder nur als Richtwerte aufzufassen, die selbstredend mit dem Alter und dem Wachstum der entsprechenden Kiefer variiert werden müssen.

Die knöchernerde Strukturzeichnung des kindlichen Schädels ist erwartungsgemäß sehr zart.

Die Lagebeziehung der Zähne und der Zahnkeime bilden jedoch den Hauptanziehungspunkt. Aus einer Durchzeichnung des Ober- und des Unterkiefers (siehe Abb. 21 und 22) geht sehr überzeugend hervor,



Abb. 21: Lagebeziehung der bleibenden Zähne zu den Milchzähnen im Oberkiefer.

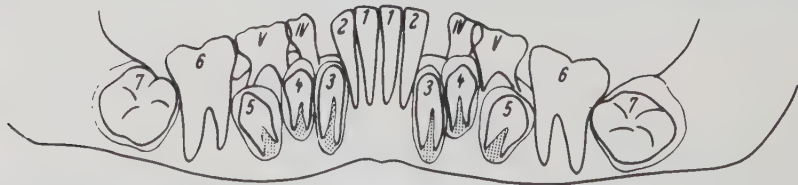


Abb. 22: Lagebeziehung der bleibenden Zähne zu den Milchzähnen im Unterkiefer.

daß mit der Status-X-Aufnahme eine verläßliche Orientierung über die Lageverhältnisse bei einer ausreichenden Detaillierkennbarkeit möglich ist, was bei einem Vergleich mit dem Orthopantomogramm leicht festgestellt werden kann.

8. Neuartige Aufnahmeanordnungen für spezielle Gebiete:

Die Konstruktion des Fokusträgers bietet es geradezu an, nach neuen Projektionsanordnungen zu suchen. Dazu wurde von der üblichen Aufnahmeanordnung mit median im Ober- oder Unterkiefer postiertem Fokus abgewichen.

a) Darstellung der Zahnreihe einer Schädelseite:

Zunächst ist davon auszugehen, daß der Brennfleck bei den Routineaufnahmen mit dem Status-X-Gerät den Seitenzahnreihen stets näher als den Frontzähnen gelegen ist. Der geringere Fokus-Objektabstand muß sich auf die Objektwiedergabe zwangsläufig ungünstig auswirken. Um nun annähernd gleiche Abstandsbedingungen zu schaffen, ist es zweckmäßig, den Fokus auf die gegenüberliegende Seite des Oberkiefers zu bringen (siehe Abb. 23) und so nur eine Hälfte des Oberkiefers

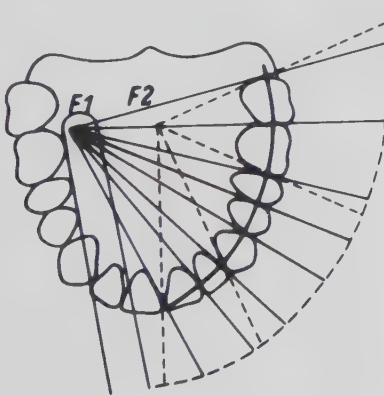


Abb. 23

Schema der Aufnahmeanordnung für die Abbildung einer Kieferseite (Fokusposition F1). F2 entspricht der Einstellung für Routineaufnahmen.

(Umzeichnung nach H i e l s c h e r (9))

fers aufzunehmen. Um diese exzentrische Einstellung zu ermöglichen, mußte der Schädel so weit in der Horizontalebene seitwärts bewegt werden, daß der Fokusträger auf der Gegenseite der aufzunehmenden Zahnreihe in die Mundhöhle eingeführt werden konnte. Dabei lag der Applikator den Backen- und Mahlzahnen dieser Seite palatinal an. Die untersuchten Fokuspositionen sind in der Übersicht 5 unter a) zusammengestellt. Die günstigste Brennflecklage ergab sich palatinal in Höhe des Approximalraumes von 7 6 |.

Die Zahnreihe wird von den mittleren Schneidezähnen bis zu den Molaren annähernd gleichmäßig vergrößert abgebildet. Die Interdentalbereiche sind überall gut beurteilbar.

b) Processus muscularis und Caput mandibulae:

Bei der seitlichen Aufnahme kamen nicht nur die Zahnreihe und der angrenzende Kieferabschnitt, sondern auch der aufsteigende Ast mit dem Processus muscularis, der Incisura mandibulae und dem Processus condylaris (Caput mandibulae) zur Darstellung (siehe Abb. 24).

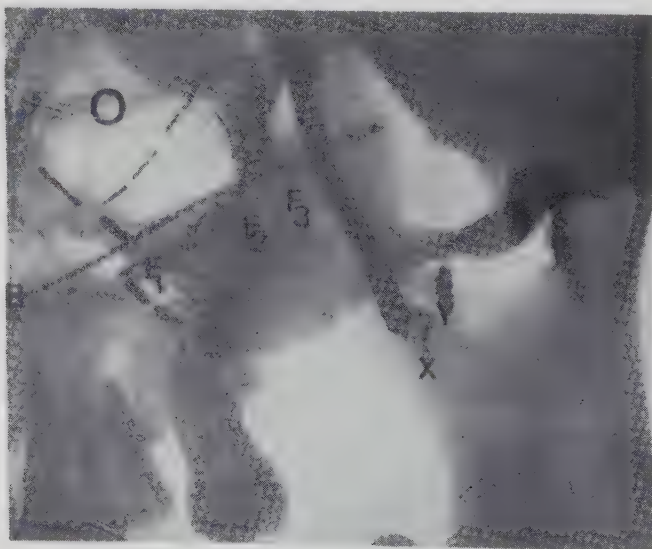


Abb. 24
Darstellung des Processus muscularis et condylaris
mandibulae mit schräg eingeführtem Fokusträger
(Einstelldaten: 6,0 cm und 15 Grad).

Um die Projektionsanordnung für dieses Gebiet günstiger zu gestalten, wurde der Schadel so weit horizontal herumgedreht, dass die Hohlkante über die aufzunehmende Zahnreihe (Eckzahnbereich) eingeführt werden konnte. Der Applikator berührte dann bei einer Brennfleck-Frontzahndistanz von 6,0 cm die Gegenzahnreihe am mesio-palatalen Umfang des zweiten Molaren (siehe Abb. 25).

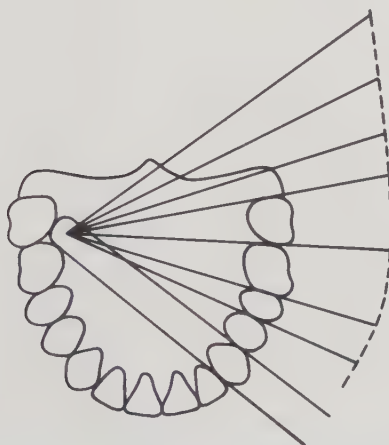


Abb. 25
Fokusposition für die Darstellung des
Processus muscularis und des
Caput mandibulae
(schematisch).

Um die optimale Aufnahmeanordnung zu finden, wurde nun der Einstellwinkel kontinuierlich verändert (siehe in der Übersicht 5 unter b)). Für die Abzeichnung des aufsteigenden Astes mit dem Processus muscularis und dem Caput mandibulae erwiesen sich die Einstelldaten von 6,0 cm und 15 Grad als optimal.

Die Fortsätze sind aufgrund der fokusfernen und der filmnahen Lage nur gering vergrößert und gut beurteilbar. Der Vorteil, der sich aus der annähernd isolierten Darstellung des Muskelfortsatzes ergibt, liegt auf der Hand.

übersicht 5

Die Fokuspositionen für die Aufnahme einer Schädelseite

- a) mit gerade eingeführtem Fokusträger (für die Zahnreihe)
b) mit schräg eingeführtem Fokusträger (für den Processus
muscularis und condylaris)

Fokus-Frontzahndistanz Einstellwinkel

a)	5,5 cm	10 Grad
		15 "
		20 "
		25 "
	6,0 cm	10 "
		15 "
		20 "
		25 "
b)	6,0 cm	10 "
		15 "
		20 "
		24 "

Die Frakturdiagnostik in diesem Gebiet ist um eine Untersuchungs-
methode bereichert worden. Mit keiner der üblichen Schädelaufnahmen
läßt sich der Processus muscularis derart deutlich abbilden.

Auch das Collum mandibulae ist gut zu erkennen, während das Kaput
zum Teil in die Fossa articularis der Schädelbasis projiziert wird
und damit der vollständigen Beurteilung entgeht. Am Patienten wan-
dert der Gelenkkopf jedoch bei der Öffnungsbewegung des Unterkie-
fers aus der Gelenkgrube in schräger Richtung unter das Tuberculum
articulare, so daß hier bessere Voraussetzungen für die Diagnostik
in diesem Bereich vorliegen.

Die gewählte Aufnahmeanordnung kommt einer modifizierten Steinhardt-
Projektion gleich. Dabei ist der Strahlenverlauf annähernd transversal,
etwas von unten und vorn kommend, ausgerichtet (siehe C l e -
m e n t s c h i t s c h (2)). Die Röntgenstrahlen durchsetzen den
Gelenkkopf unter einem größeren Winkel zur Längsachse des Kaput als
bei der rein transversalen Wahaufnahme (siehe P a r m a (26)(27)),

so daß dieser in der Ausdehnung von medial nach lateral dargestellt wird.

c) Arcus zygomaticus:

Auf der Status-X-Routineaufnahme des Oberkiefers ist der Jochbogen aufgrund der fokusfernen und der filmnahen Lage wenig vergrößert.

Um den Arcus zygomaticus frei von Überlagerungen durch andere Schädellanteile (Processus pterygoideus, Tuber maxillae, Wurzeln der Molaren) abzubilden, wurde eine neuartige Aufnahmeanordnung angestrebt. Dazu ist von der Projektion des Jochbogens nach Z i m m e r (siehe Z i m m e r und B r o s s y (35)) ausgegangen worden, bei welcher der Arcus zygomaticus mit der tangentialen Strahlenführung durch den geöffneten Mund dargestellt wird.

Der Fokusträger wurde nunmehr an den bukkalen Flächen der unteren Seitenzähne so weit entlang geführt, bis die Applikatorkuppe den aufsteigenden Ast an der Linea obliqua (Übergang des horizontalen in den vertikalen Ast) berührte (siehe Abb. 26a). Diese Brennflecklage entspricht einer intraoralen Applikatorlänge von 4,0 bis 5,0 cm und ei-

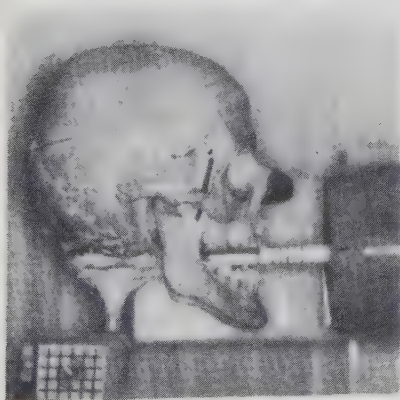


Abb. 26

Aufnahmeanordnung für die Darstellung des Arcus zygomaticus
a) ohne Film



b) Film

nem Einstellwinkel von -2 Grad. Der Film wurde der entsprechenden Schädelseite von dem Unterkieferrand bis auf das Schädeldach (hochformat) eng angelegt (siehe Abb. 26b).

Um eine exakte Einordnung der dargestellten Jochbogenanteile zu gewährleisten, wurden Orientierungshilfen angebracht (siehe Abb. 27a). Diese Markierungen kennzeichnen die Sutura temporozygomatica in ihrem lateralen (= Punkt 1 und 2) und in ihrem medialen (= Punkt 3), dem Os temporale zugewandten Abschnitt. Außerdem wurden die Squama ossis temporalis (= Punkt 4) und der dorsale Rand des Processus frontalis ossis zygomatici (= Punkt 5) markiert. Die Lage des Jochbogens in der Strahlenrichtung wird durch die Abbildung 27b veranschaulicht.



Abb. 27a



Abb. 27b

Orientierungsmarken am präparierten mazerierten Schädel zum Nachweis der regelrechten Bildinterpretation

a) Seitenansicht

b) Aufsicht

(umzeichnet: der Fokusträger)

Zeichenerklärung: Arcus zygomaticus = 1-3, Squama ossis temporalis = 4, Processus frontalis ossis zygomatici = 5.

Auf dem Röntgenbild kommt der Jochbogen mit seinem medialen Anteil, dem Processus temporalis ossis zygomatici (breit als P1 abgezeichnet), und dem distalen Abschnitt, dem Processus zygomaticus ossis temporalis (schmal als P4) abgezeichnet zur Abbildung. Die Sutura temporozygomatica stellt sich durch ihren schräg zum Strahlengang gerichteten Verlauf als flachenartig gestaltete Schattenverdichtung dar. Insgesamt ist der Arcus zygomaticus vergrößert und durch die nicht zu vermeidende gebogene Filmlage etwas verzeichnet wiedergegeben (siehe Abb. 28).

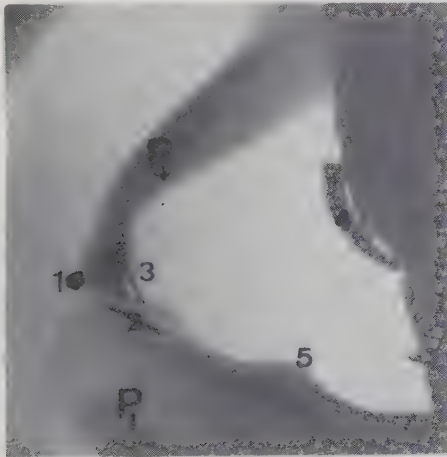


Abb. 28

Röntgenbild des Arcus zygomaticus
P1: Processus temporalis ossis
zygomatici
P4: Processus zygomaticus ossis
temporalis
Punkt 1-3: Sutura temporozygomatica
Punkt 4 : Squama ossis temporalis
Punkt 5 : entspricht dem Punkt 5
in Abb. 27a.

B.) Panorama - Röntgenaufnahmen am Patienten:

Die Aufnahmebedingungen, die am Schädel systematisch untersucht worden sind, bildeten eine hinreichende Grundlage für die Anfertigung der Röntgenbilder am Patienten.

1. Allgemeines:

Die Brennfleckpositionen sind am Patienten entsprechend den anatomischen Verhältnissen geringfügig zu variieren. Bei der Aufstellung des Fokus kann ein Würgereiz dann zustandekommen, wenn der Applikator zu weit dorsal eingebracht wird. In diesen Fällen ist der Brennfleck auf Kosten der Detailzeichnung und der zunehmenden Objektvergrößerung im hinteren Kieferbereich nach ventral zu verlegen.

2. Der Einfluß der Weichteile auf die Panoramaaufnahme:

Die Objektwiedergabe wird durch die Weichteile des Gesichtes (Nase, Kinn, Wangen) maßgeblich beeinflusst. Bei einer großen Nase, vollen Wangen oder einem dicken Kinn liegt der Film in dem entsprechenden Kieferabschnitt objektferner. Es resultiert eine stärkere Vergrößerung in diesem Bereich. Asymmetrische Volumenzunahmen (Abzesse, Blastome) führen zu ausgeprägten Vergrößerungen in den betroffenen Kieferanteilen, was durch einen Seitenvergleich auf der Panoramaaufnahme deutlich wird.

Die Weichteile der Nase und des Ohres gelangen mitunter zur Abbildung. Die Nase wird dann im Wurzelspitzenbereich der Frontzähne als Schattenverdichtung sichtbar. Sie kann auch einmal nur auf einer Seite abgebildet werden, wenn sie durch den angehaltenen Film dort hin abgedrängt wird.

Der Ohrknorpelschatten erscheint bei der exzentrischen Aufnahme einer Kieferseite kaudal und dorsal des Collum mandibulae.

Insgesamt beeinträchtigen diese Abzeichnungen nicht die Darstellung des diagnostisch interessierenden Gebietes. Sie können jedoch mitunter fälschlicherweise als pathologische Abänderung angesehen werden.

3. Die Übersichtsaufnahme:

Die Gesamtübersicht eines Kiefers wird auch am Patienten mit Hilfe der am Phantom ermittelten Einstelldaten gewonnen (Oberkiefer: 6,0 cm und 17 Grad, Unterkiefer: 6,0 cm und -3 Grad). Die Zahnreihe und die angrenzenden Abschnitte des Ober- oder Unterkiefers werden mit einer Aufnahme dargestellt. W i t t (34) und U p d e g r a v e (33) bezeichnen das als Vorteil gegenüber dem normalen Zahnstatus mit zwölf beziehungsweise vierzehn Expositionen.

a) Darstellung der Zahnreihen:

Um den gesamten oberen oder unteren Zahnbogen zur Abbildung zu bringen, muß der Fokus möglichst weit dorsal in der Mundhöhle aufgestellt werden.

Im Oberkiefer sind dann die Interdentalbereiche der Frontzähne hervorragend zu beurteilen.

Die Prämolarenregion wird dagegen bei dieser Einstellung (6,0 cm, 17 Grad) nicht Überlagerungsfrei abgezeichnet. Für parodontologische oder kieferorthopädische Fragestellungen sollte daher der Fokusträger nicht so weit in die Mundhöhle eingeführt werden (5,0 cm).

Der erste Mahlzahn gelangt komplett zur Darstellung. Die Wurzeln der zweiten und dritten Molaren können von dem Jochbeinschatten überdeckt werden. Bei mehr ventral aufgestelltem Brennfleck sind die Weisheitszähne auf dem Panoramabild fast immer abgeschnitten. Ungünstig ist dann auch die zunehmende Verzeichnung im Seitenzahngelände (S c h i l l i und W i t t (28)).

Die Interdentalregionen im Unterkiefer sind bis in den Molarenbereich gut beurteilbar. Der Verlauf der Approximalflächen (siehe Seite 8) wirkt sich hier günstig aus, so daß selbst die Prämolaren meist Überlagerungsfrei wiedergegeben werden.

Die Molaren erscheinen durch die mehr oder weniger ausgeprägte bukkolinguale Neigung etwas verkürzt. Sie werden aber einschließlich der Weisheitszähne gut zur Ansicht gebracht.

b) Abzeichnung des zahnlosen Kiefers:

Die Alveolarfortsätze des zahnlosen Kiefers werden nur bei dorsal aufgestelltem Fokus vollständig abgebildet. Die Strukturzeichnung der Spongiosa ist in allen Bereichen gut zu beurteilen.

Im Oberkiefer kann das Jochbein das Tuber maxillae überdecken. Der Processus muscularis mandibulae wird ebenso in diese Gegend projiziert. Hier ist fallweise eine zusätzliche intraorale Röntgenaufnahme erforderlich.

Der Unterkiefer ist stets gut beurteilbar wiedergegeben. Die Zeichenschärfe ist hier in allen Abschnitten gleichmäßig gut (J u n g (15)).

Die systematische Röntgenuntersuchung der zahnlosen Kiefer mittels Panoramaaufnahmen erstreckt sich vor allem auf die Darstellung vorhandener Wurzelreste sowie auf die schnelle Information über das Ausmaß der Osteomyelitiden, Zysten und Gewächse. Die Lagebeziehungen in mesio-distaler und kranio-kaudaler Ausdehnung sind dabei nicht immer einwandfrei zu klären.

Ein besonders dankbares Indikationsgebiet für den zahnlosen sowie den bezahnten Kiefer stellt die Frakturdiagnostik im gesamten Unterkieferbereich dar.

Ein Nachteil der Aufnahmetechnik mit intraoral postiertem Fokus kann in der erforderlichen Mundöffnung liegen (siehe F r e i t a g (4)). Diese kann bei Frakturen so stark eingeschränkt sein, daß der Applikator gerade eben einzuschieben und die Fokusposition nicht zu kontrollieren ist, was sich nachteilig auf die Objektwiedergabe auswirken muß.

Ein Vorzug der Status-X-aufnahme hingegen ergibt sich daraus, daß mehrere Frakturen im Bereich des Corpus, des Angulus und des Ramus ascendens mandibulae mit einer Exposition zur Darstellung gelangen.

c) Die Missbildungen des Oberkiefers:

Die Mißbildungen im Lippen-, Kiefer- und Gaumenbereich werden chirurgisch und später Kieferorthopädisch versorgt. Bei Patienten im

Säuglings- oder Kleinkindalter waren früher kaum röntgenologische Kontrollen der durchgeführten chirurgischen Plastiken möglich. S t e l l m a c h und P e l s e r (32) geben aber die Notwendigkeit der Röntgendokumentation bereits für folgende Zeitpunkte an:

1. vor der Lippenplastik am Säugling
2. vor der Gaumenplastik
3. am Beginn des Zahnwechsels
4. am Ende des Zahnwechsels

Das Panoramaaufnahmeverfahren mit intraoraler Fokusposition bietet die Möglichkeit einer ausreichenden Kontrolle der Wachstumsvorgänge und Stellungsänderungen der Kiefer bei Cheilognathopalatoschisis.

Der recht zierlich gebaute Fokusträger kann zu Verletzungen im Spaltbereich führen, die durch einen Ansatz, der in seiner Form einem üblichen Sauger entspricht und auf den Applikator aufzuschieben ist, jedoch zu vermeiden sind.

Die Situation der Kieferstümpfe, der Bürzel des Zwischenkiefers und vor allem die abnormen Zahnkeimlokalisationen sind auf der Panoramaaufnahme gut beurteilbar. Die Über- oder die Unterzahl der Zahnkeime im Spaltbereich (siehe S c h u l z e (29)) lassen sich so dokumentieren.

4. Indikationsbereiche mit speziellen Projektionsanordnungen:

a) Ramus ascendens mandibulae:

Die am Schädel ermittelte Aufnahmeanordnung für den aufsteigenden Ast kann mit geringen Abweichungen, die sich durch die verschiedenen anatomischen Verhältnisse ergeben, auf den Patienten übertragen werden. Dazu wird der Kopf so weit gedreht, bis der Applikator über den Eckzahn der aufzunehmenden Seite eingeführt werden kann.

Auf dem Röntgenbild erscheint das Capitulum mandibulae aufgrund der Öffnungsbewegung des Unterkiefers kaudo-distal oder auch kaudal des Tuberculum articulare. Es ist Überlagerungsfrei dargestellt (siehe Abb. 29a und b). Deformierungen sind gut zu beurteilen.

Das Tuberculum articulare und die Fossa articularis gelangen wegen der für alle seitlichen Kiefergelenkprojektionen angegebenen Gründe



Abb. 29a



Abb. 29b

Darstellung des Ramus ascendens mandibulae
mit schräg eingeführtem Fokusträger
(Einstelldaten: 5,5 cm und 17 Grad)

- a) Folienloser Film: Belichtungszeit 2,0 sek
- b) Folienfilm: Belichtungszeit 0,8 sek

erwartungsgemäß weniger gut zur Ansicht.

Der Processus muscularis kommt auf der exzentrischen Aufnahme deutlich zur Abbildung. Er überdeckt kaudal des Jochbeins in geringem Ausmaß das Tuber maxillae. Frakturen des Muskelfortsatzes lassen sich einwandfrei diagnostizieren.

b) Arcus zygomaticus:

Um eine nahezu isolierte Darstellung des Jochbogens zu erreichen, wird der Applikator in das Vestibulum der aufzunehmenden Seite eingeführt. Der Brennfleck liegt so weit wie möglich distal. Der Einstellwinkel kann von -2 bis -5 Grad variiert werden.

Der Film wird der entsprechenden Seite eng angelegt (siehe Seite 42). Dabei ist er immer etwas gebogen, so daß es zu einer ungleichmäßigen Vergrößerung der verschiedenen Jochbogenabschnitte kommt.

Der Arcus zygomaticus wird auf dem Röntgenbild (siehe Abb. 30) in seinem extrem distalen Abschnitt (Processus maxillaris ossis temporalis) von dem Processus muscularis mandibulae überlagert, dessen



Abb. 30

Aufnahme des Arcus zygomaticus mit intraoral postiertem Fokus.

Schattenverdichtung sich bis in die fossa temporalis erstreckt. Wegen seiner filmnaheren Lage ist der distale Jochbogenanteil jedoch noch sichtbar. Der Nahtbereich, in dem erfahrungsgemäß die meisten Frakturen gelegen sind, ist sehr gut zu beurteilen. Die Aufnahme stellt mithin eine weitere Bereicherung der diagnostischen Möglichkeiten in diesem Gebiet dar.

c) Glandula parotis:

Die Ohrspeicheldrüse läßt sich bei der Sialographie mit den üblichen Röntgenverfahren (extraorale posterior-anteriore und seitliche Schädelaufnahme) nicht vollkommen überlagerungsfrei darstellen. Mit dem intraoral aufgestellten Fokus ist es möglich, die Drüse freizuprojizieren. Diese Aufnahmeanordnung zur Kontrastdarstellung der Parotis wurde erstmalig am Patienten durchgeführt.

Die Einstellung erfolgt mit einer horizontalen Drehung des Kopfes (siehe Abb. 31), um den Applikator wie für die exzentrische Aufnahme des aufsteigenden unterkieferastes über den Eckzahn der aufzunehmenden Seite in die Mundhöhle einführen zu können. Der Brennfleck liegt dabei möglichst weit distal auf der Okklusionsebene (Einstellwinkel



Abb. 31

Aufnahmeanordnung für die
Sialographie der Parotis.

0 Grad). Der strahlenspreizende Anteil des Applikators ist nach schräg oben zu der aufzunehmenden Parotis gerichtet.

Die Filmkassette drückt der Patient dem Ohr und dem angrenzenden Wangenbereich an. Bei den benutzten Föllienfilmen waren Belichtungszeiten zwischen 0,5 und 0,8 Sekunden erforderlich.

Auf dem Film erscheint der größte Teil der Glandula parotis dorsal des Ramus ascendens mandibulae. Ein kleiner medialer Anteil gelangt in die Schattenverdichtung des aufsteigenden Astes. Die Abzeichnung der Drüsengänge wird aber kaum dadurch beeinträchtigt. Der Ductus paroticeus sowie die Endaufzweigungen in den Drüsenlappchen werden beurteilbar dargestellt (siehe Abb. 32).



Abb. 32

Kontrastdarstellung der Glandula parotis
(chronische Sialoadenitis)

Eine Auswertung dieser Drusenübersicht ist nach den allgemein gültigen Röntgenzeichen für Speicheldrüsenenerkrankungen (siehe H e t - z a r (7), M e h m k e (20), G a u w e r k y (6)) mit dieser abgewandelten Aufnahmeanordnung gut möglich, auch wenn die Sialographie nicht gut genug ist, "um detaillierte Befunde und insonderheit chronisch-unspezifische Entzündungstypen mit der ihr oftmals zugeschriebenen Sicherheit auszuweisen - sie ist allerdings auch nicht so schlecht, daß man auf ihre Information verzichten könnte" (H i e l s c h e r und F r e n k e l (10)(5)).

Erklärung der Orientierungshilfen in der folgenden Untersuchungsserie
des Phantom-Oberkiefers:

- A (1-3) basale Antrumlinie
- B (1-3) dorso-rostrale Nasenbodenlinie (lateral)
- C (1-4) Concha nasalis inferior
- F1 Facies anterior
- F2 Facies infratemporalis
- F3 (1-5) entspricht bei intraoraler Aufnahme F1 und F2
- G Orbitaboden (medio-ventraler Abschnitt)
- I Incisura nasalis
- K Kieferhöhle
- L Nasenscheidewand
- M Canalis infraorbitalis (mediale Begrenzung)
- N (1-7) Orientierungsmarken im Nasenbodenbereich
- O (1-6) Orbita, Margo infraorbitalis
- P1 Processus temporalis ossis zygomatici
- P2 Processus frontalis ossis zygomatici
- P3 Processus maxillaris ossis zygomatici
- P4 Processus zygomaticus ossis temporalis
- SP Spina nasalis
- S1 Sutura frontozygomatica
- S2 Sutura temporozygomatica
- T Os temporale
- W Canalis nasolacrimalis
- X Lamina medialis processus pterygoidei (Hamulus)
- Y Lamina lateralis processus pterygoidei
- Z Corpus ossis zygomatici

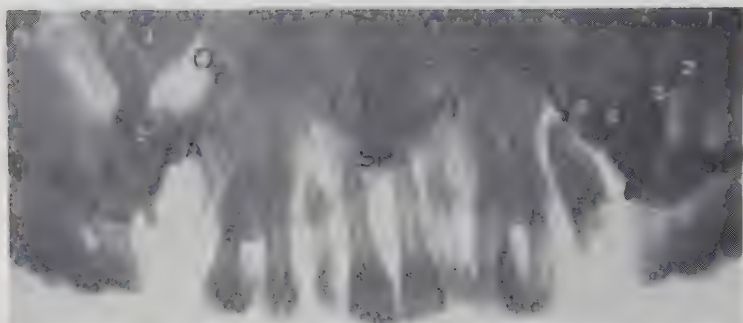


Abb. 33: Fokus-Frontzahndistanz: 4,0 cm
Einstellwinkel: 17 Grad

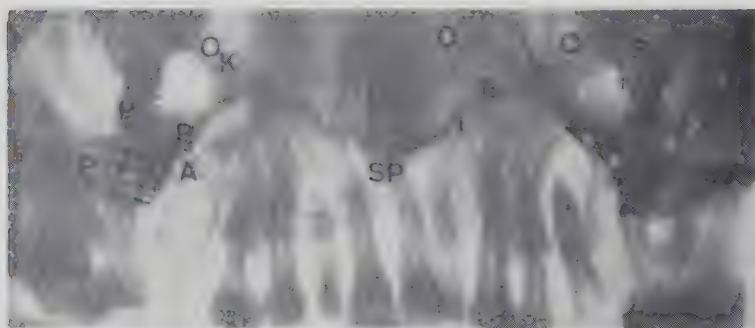


Abb. 34: Fokus-Frontzahndistanz: 4,0 cm
Einstellwinkel: 20 Grad



Abb. 35: Fokus-Frontzahndistanz: 4,0 cm
Einstellwinkel: 25 Grad

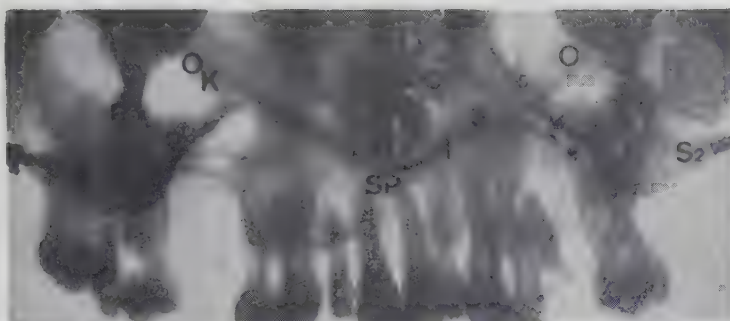


Abb. 36: Fokus-Frontzahndistanz: 5,0 cm
Einstellwinkel: 17 Grad

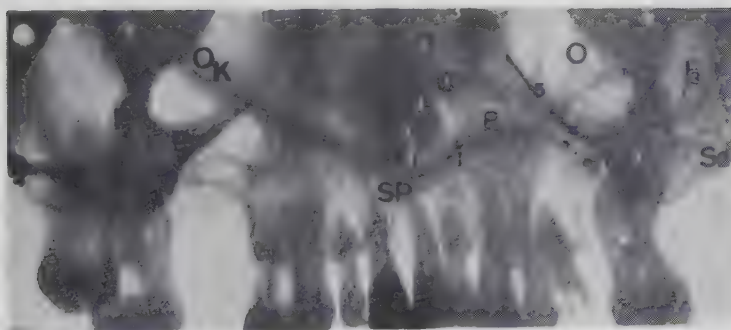


Abb. 37: Fokus-Frontzahndistanz: 5,0 cm
Einstellwinkel: 20 Grad

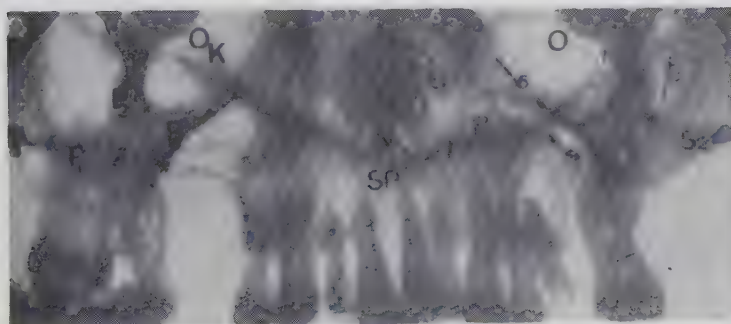


Abb. 38: Fokus-Frontzahndistanz: 5,0 cm
Einstellwinkel: 25 Grad

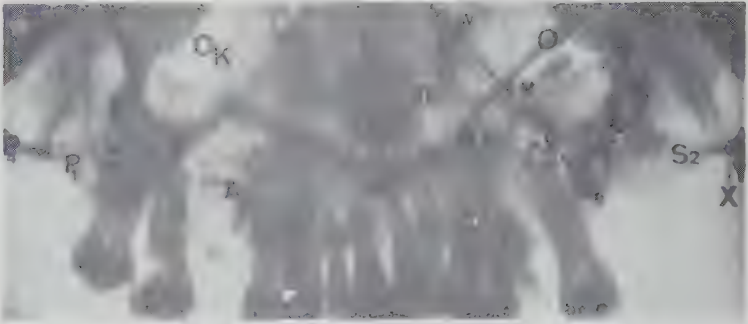


Abb. 39: Fokus-Frontzahndistanz: 6,0 cm
Einstellwinkel: 17 Grad



Abb. 40: Fokus-Frontzahndistanz: 6,0 cm
Einstellwinkel: 20 Grad

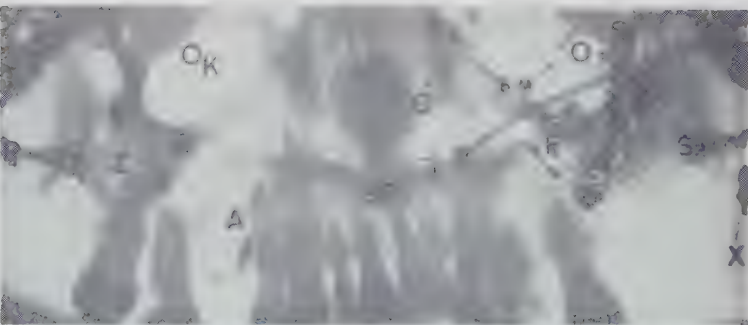


Abb. 41: Fokus-Frontzahndistanz: 6,0 cm
Einstellwinkel: 25 Grad

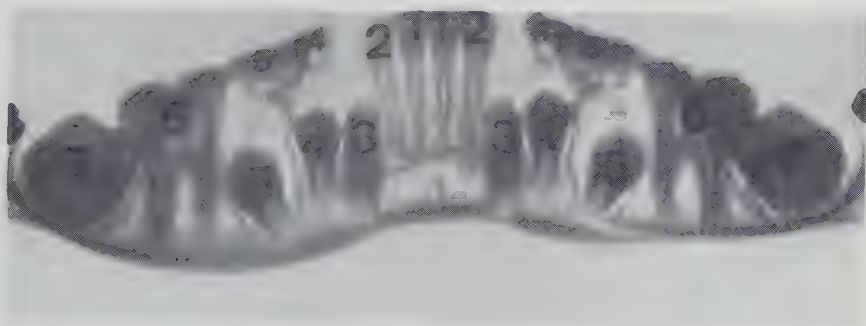
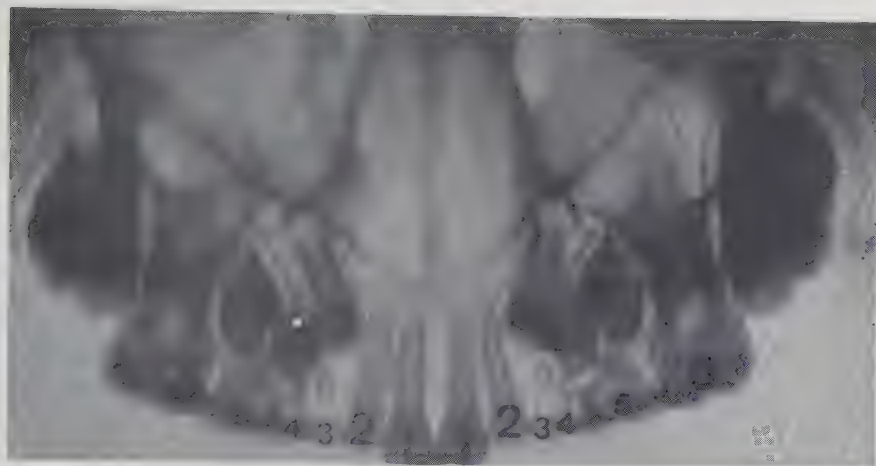


Abb. 42

Panoramaaufnahmen eines kindlichen Schädels

Alter: 9-10 Jahre

Einstelldaten: Oberkiefer 5,0 cm und 10 Grad

Unterkiefer 5,5 cm und 0 Grad

(Die bleibenden Zähne sind mit großen Zahlen
markiert.)

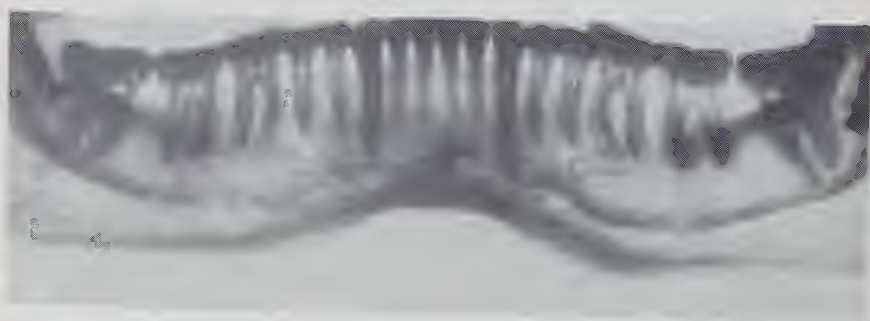
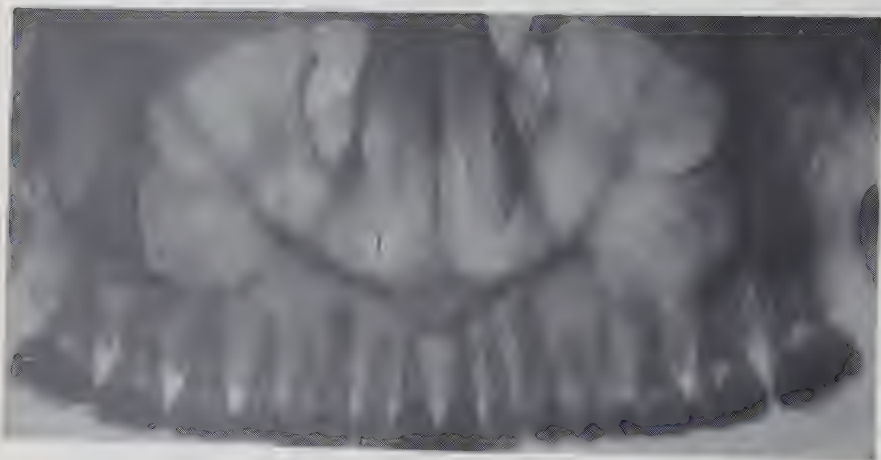


Abb. 43

Panoramaaufnahmen eines erwachsenen Schädels

Alter: 30-35 Jahre

Einstelldaten: Oberkiefer 6,0 cm und 10 Grad

Unterkiefer 6,5 cm und 0 Grad

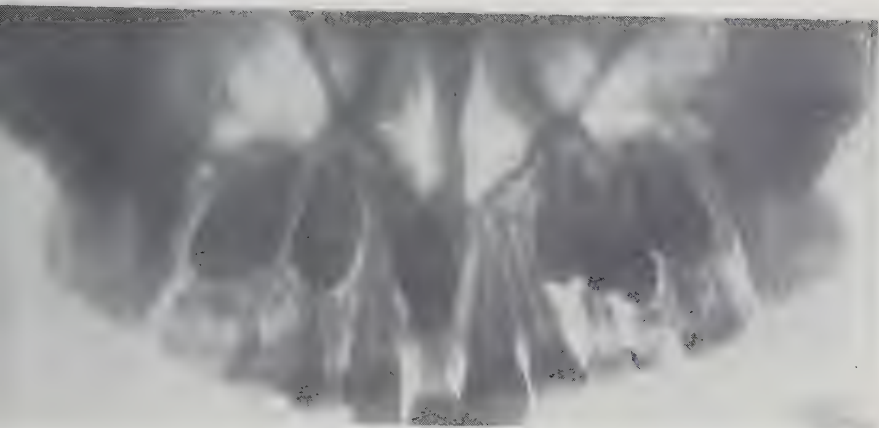


Abb. 44

Nesiodens mit Impaktion I und Persistenz I
Einstelldaten: 5,0 cm und 10 Grad
Belichtungszeit: 1,0 sek

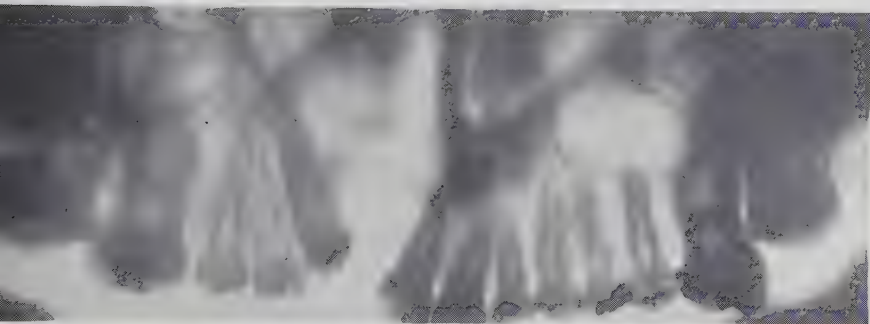


Abb. 45

Cheilognathopalatochisis dextra
Alter: 12 Jahre
Einstelluaten: 5,0 cm und 15 Grad
Belichtungszeit: 1,6 sek

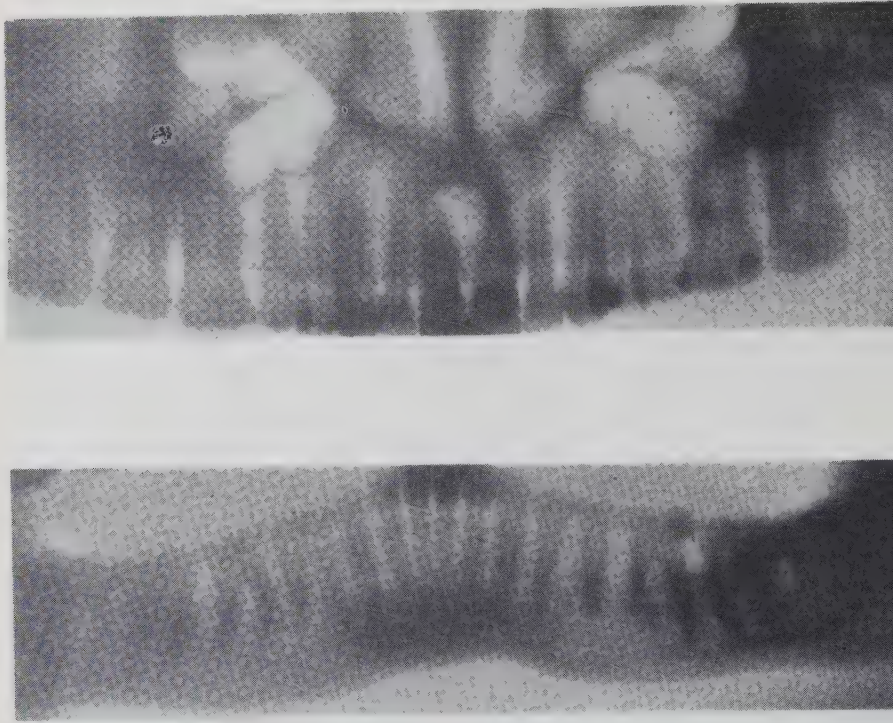


Abb. 46

Oberkiefer: Nasopalatinale Zyste bei 1|1
Einstelldaten: 6,0 cm, 17 Grad
Belichtungszeit: 1,6 sek
Unterkiefer: Ohne Befund
Einstelldaten: 6,0 cm, -4 Grad
Belichtungszeit: 1,2 sek

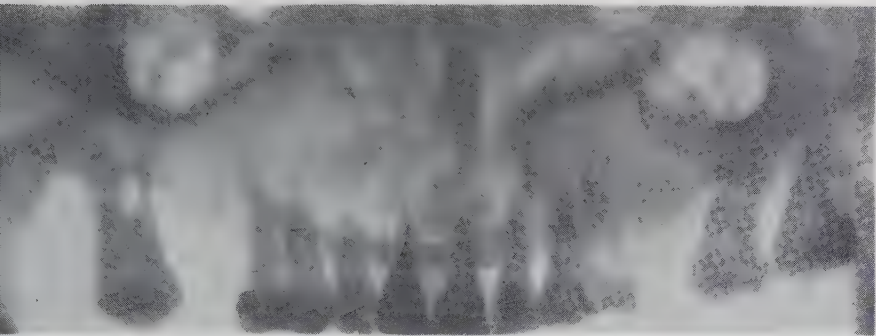


Abb. 47

Radikuläre Zyste ausgehend von 1
Einstelldaten: 6,0 cm, 17 Grad
Belichtungszeit: 1,6 sek

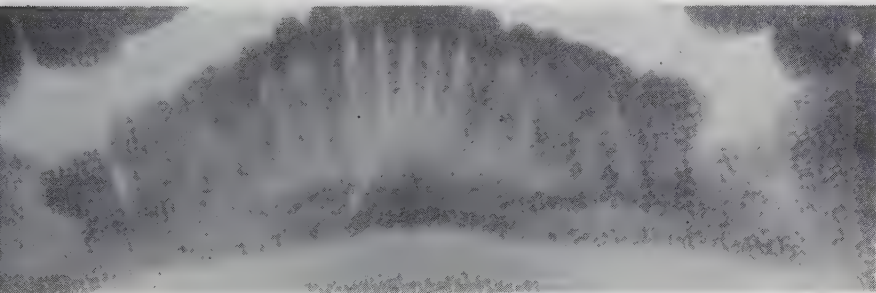


Abb. 48

Unterkieferfrakturen bei 1 und im Angulusbereich
Einstelldaten: 6,5 cm, 0 Grad
Belichtungszeit: 1,2 sek

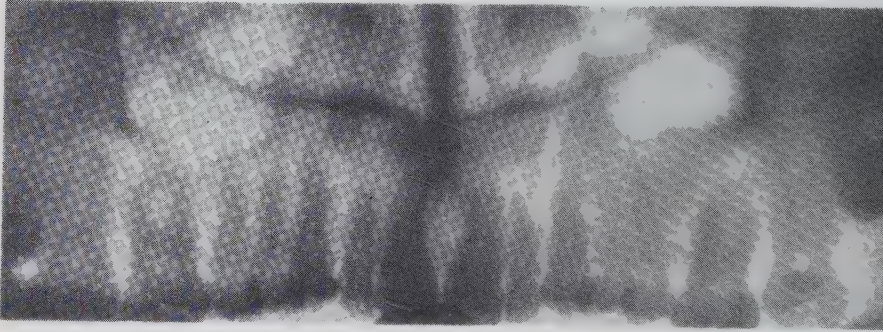


Abb. 49: Reaktive Osteoplasie bei 4 5 6
(pathohistologischer Befund)

- a) Panoramaaufnahme: Einstelldaten 6,0 cm, 20 Grad
Belichtungszeit: 1,6 sek
- b) Die Zahnaufnahme desselben Patienten

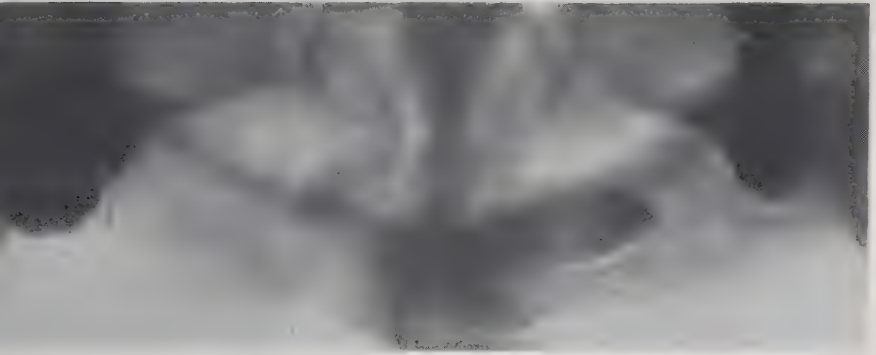


Abb. 50a

Sinusitis maxillaris sinistra und Retention von 613

Einstelldaten: 5,5 cm, 17 Grad

Belichtungszeit: 1,6 sek



Abb. 50b

Die posterior-anterior-cranial-exzentrische Aufnahme desselben Patienten zeigt die Verschattung der linken Kieferhöhle.

D I S K U S S I O N :

Die zunehmende Bedeutung des Panoramaverfahrens mit einem intraoral aufgestellten Fokus machte es notwendig, die Aufnahmeanordnungen zu verbessern und weitgehend zu standardisieren. Es ist seitens der Herstellerfirma viel getan worden, um die Aufnahmebedingungen, die bei dem Panoramix-Gerät mehr oder weniger willkürlich waren, zu reglementieren. Darin liegt der Vorteil des Status-X-Gerätes gegenüber dem Panoramix-Gerät.

Die fixierte Aufnahmesituation wird erreicht, indem der Kopf des Patienten mit einer Kopfstütze derart einzustellen ist, daß der aufzunehmende Kiefer horizontal verläuft. Davon darf nicht abgewichen werden, da die vertikalen Einstellwinkel bei dieser Kopflagerung ermittelt worden sind.

Standardisierte Winkeleinstellungen werden bekanntermassen bei der intraoralen Halbwinkeltechnik deswegen abgelehnt, weil sie auf eine gedanklich konstruierte Halbierende eines Winkels, den die Zahnachse und die Filmebene bilden, bezogen werden. Da jedoch die Filmlage in Abhängigkeit der anatomischen Situation (besonders im Oberkiefer!) erheblich variiert und da außerdem unterschiedliche Filmaufstellungen auch durch den Untersuchenden zustandekommen, ist es sinnvoller, die Lage der Bildebene im Mund des Patienten zu kontrollieren und dann danach den Strahlenverlauf in der Vertikalebene festzulegen.

Bei dem Status-X-Gerät ist die Projektion grundsätzlich anders. Mit der standardisierten Fokusposition wird die Beziehung Brennfleck-Objekt dann einheitlich, wenn die aufzunehmende Zahnreihe horizontal eingestellt ist, so daß Variationen der Projektionsverhältnisse nur noch aus der Filmlage resultieren können. Es besteht kein Zweifel, daß es hierbei erhebliche Unterschiede geben kann. Sie erstrecken sich jedoch weniger auf die Verlaufsrichtung des Filmes zu den Zahnachsebenen als auf die Distanz zu den Zähnen. Deshalb wird es weniger zu unerwünschten Objektverzerrungen und mehr zu wachsenden Objektvergrößerungen kommen.

Ausschlaggebend für die Einschätzung dieser Methode ist jedoch vor allem eine ausreichende D e t a i l e r k e n n b a r k e i t, denn nur so wäre es gerechtfertigt, der Panoramaaufnahme mit dem intraoral aufgestellten Fokus gegenüber der Orthopantomographie den Vorzug zu geben.

Deshalb war die Hauptaufmerksamkeit bei den Serienuntersuchungen auf die Darstellung der Objektdetails gerichtet. Ein Vergleich mit den intraoralen Zahnaufnahmen hat augenblicklich deutlich gemacht, daß die Übersichten mit dem Testgerät im Frontzahnbereich ähnlich verwertbare Objektabbildungen erbringen. In den Molarenregionen sind sie allen intraoralen Verfahren erwartungsgemäß unterlegen.

Das Status-X-Gerät ist leistungsstark, wenngleich auch der Nachteil der zu hohen B e l i c h t u n g s z e i t e n, die mit den im Werk ermittelten Werten nicht in Einklang zu bringen sind, noch korrigierende Maßnahmen vor der Serienherstellung erforderlich macht.

Der F o k u s t r ä g e r ist für alle Einstellungen geeigneter als der des Panoramix-Gerätes. Er ist zierlicher konstruiert und ermöglicht deswegen eine bessere Ausnutzung des Gaumengewölbes bei den gelegentlich notwendigen steileren Winkeleinstellungen.

Bei S p a l t k i n d e r n sollte man prinzipiell von einem Aufsatz aus Kunststoff Gebrauch machen, der zu diesem Zweck angefertigt worden ist. Damit werden Verletzungen vermieden.

Die B r e n n f l e c k p o s i t i o n e n sind fallweise zu variieren. Ringmarkierungen an dem Applikator ermöglichen die Kontrolle der Brennfleck-Objektdistanz, die durch den Aufbiß der Schneidezähne leicht abgelesen werden kann.

Im Rahmen der Untersuchungsreihe haben Fokus-Frontzahndistanzen von 6,0 cm die besten Abbildungen ergeben. Sie sind prinzipiell anzuwenden, sofern es nicht darauf ankommt, auch die Prämolarenbereiche Überlagerungsfrei (ohne Spindelkörper!) darzustellen.

B r e c h r e i z ist kaum jemals aufgetreten. Kraniale Anlagen sollten in solchen Fällen nach Möglichkeit vermieden werden.

Eine vergleichende Betrachtung der P a n o r a m a - V e r f a h -
r e n läßt die U n t e r s c h i e d e zwischen dem Testgerät und
dem Panoramix-Gerät einerseits sowie dem Orthopantomographen ande-
rerseits deutlich werden.

Während man mit den Bewegungsaufnahmen des O r t h o p a n t o m o -
g r a p h e n auf Kosten der Detailerkennbarkeit einen zuverlässigen
Einblick in die Lagebeziehungen der Objekte in beiden Kieferbe-
reichen erhält, sind die Objekteinzelheiten auf den Status-X-aufnah-
men gut zu beurteilen. Die distalen Kieferanteile kommen aufgrund
der hier bestehenden ungünstigen Abstandsbedingungen entstellt zur
Abbildung.

Die A u s m e s s u n g e n d e r g r o ß e n Z y s t e n b i l -
d u n g e n werden aus den gleichen Gründen den realen Gegeben-
heiten auf dem Orthopantomogramm sehr nahe kommen. Die Status-X-auf-
nahme zeigt, daß die Vergrößerungen in Abhängigkeit von der Lokali-
sation in den Kiefern wechseln. Täuschungsmöglichkeiten werden aller-
dings dadurch auf ein Mindestmaß reduziert, daß man sich gegenüber
den beurteilbaren Bezugsobjekten (Zahnwurzeln, dorsoventrale Ausmes-
sung der Kieferhöhle) orientiert.

Das gilt ebenso für t u m o r ö s e oder o s t e o m y e l i -
t i s c h e A b ä n d e r u n g e n. Doch ist hier einzukalkulier-
en, daß die Ausmessungen möglicherweise deswegen schlechter abzu-
lesen sind als auf Zahnaufnahmen, weil die Detailerkennbarkeit (in
den hinteren Kieferabschnitten) im Übersichtsbild vermindert und
besonders in den peripheren Bereichen ohne eruierbare Schattenin-
tensitätsabstufungen vorliegen kann. Es besteht kein Zweifel, daß
Orthopantomogramme die schwer erkennbaren peripheren Details im ab-
geänderten Bereich dann noch schlechter zeigen müssen, wenn der
Übergang zum normal abgezeichneten Knochen ganz allmählich verläuft.

Es ergeben sich für beide Verfahren ganz eindeutige I n d i k a t i -
o n s g e b i e t e, die nach den vorausgegangenen Darlegungen noch-
mals zusammengestellt werden müssen.

Das Orthopantomogramm dient der Lageermittlung und der Größenwieder-
gabe solcher Abänderungen, die sehr deutlich (umschrieben oder mit

peripherer Begrenzungslinie) zur Umgebung abgesetzt sind. Kieferorthopädische Fragestellungen sind deshalb zuallererst mit Orthopantomogrammen zu beantworten. Bei großen Zysten ist diese Methode ebenso gerechtfertigt wie bei der Nachweisung der Frakturen im gesamten Unterkieferbereich.

Das Status-X-Bild ist indiziert, wenn kleinere zystische Bildungen zur Ansicht gebracht werden sollen, weil hier peripher noch mit einer ausreichenden Detaillierbarkeit gerechnet werden kann. Deshalb wird diesem Verfahren auch bei allen Abänderungen im Sinne einer Osteomyelitis und bei den Gewüchsen, die im Knochen mit Schattenintensitätsveränderungen auf dem Röntgenbild einhergehen, der Vorzug einzuräumen sein.

Die Status-X-Aufnahme eignet sich verständlicherweise keineswegs für die K i e f e r g e l e n k d i a g n o s t i k, die heutzutage fast ausnahmslos nur noch mit Schichtaufnahmen zu betreiben ist. Sie wird allein dann ersatzweise anzuwenden sein, wenn auch sonst die Routineprojektionen den Vorzug erhalten. Kommt es also darauf an, die Konturverwischungen des Caput mandibulae zur Ansicht zu bringen oder strukturelle Abänderungen aufzufinden, dann ist die Status-X-Aufnahme neben der Parma-Projektion (bei geöffnetem Mund!) durchaus vertretbar. Deformitäten größeren Ausmaßes werden ebenfalls nicht der Beurteilung entgehen. Doch dürften die Übersichtsaufnahmen mit den Schichtbildern, die uns gleichzeitig die anatomisch korrespondierenden Gelenkpartien zeigen, nicht konkurrieren können.

Absolut unzureichend abgebildet werden die Veränderungen im Bereich der K i e f e r h ö h l e .

Wenngleich auch große Zystenbildungen sehr informativ abgezeichnet sein können, so sollte man trotzdem niemals von dem Prinzip abweichen, die Routineuntersuchungen (Schädelübersicht PACE, evtl. Schichtaufnahmen, evtl. seitliche Übersicht und immer Zahnaufnahmen von 1 - 8 dieser Seite, zahnlose Anschnitte einschließlich!) durchzuführen. Status-X-Übersichten sind nur als Ergänzungsaufnahmen in Erwägung zu ziehen.

Die klinischen Untersuchungen haben eindeutig ausgewiesen, in welchem Maße Panorama-Übersichtsbilder bei partiellen Schattenverdichtungen Möglichkeiten für Interpretationsirrtümer beinhalten. Sogar einige komplette Schattenverdichtungen im Kieferhöhlenübersichtsbild konnten in der Panoramaaufnahme nicht beurteilbar wiedergegeben werden.

Demgegenüber sind zwei völlig neue Indikationsgebiete gefunden worden. In beiden Fällen handelt es sich nach den bisherigen Untersuchungen um die aufnahmefähigen Methoden der Wahl!

Die Abbildung des *Processus muscularis* und der *Incisura mandibulae* in einer beiläufig latero-lateralen Strahlenführung ist mit keiner früher angewendeten Methode derart deutlich erreicht worden. Der herausragende Vorzug besteht nun aber noch darin, daß außerdem das *Collum mandibulae* und der Gelenkkopf sowie der Jochbogen so gut zur Ansicht gelangen, daß Frakturen in diesem Bereich nicht zu übersehen sind.

Es wird sich alsbald herausstellen, daß die tangentielle Projektion des Jochbogens durch eine einfache Modifikation der Status-X-Aufnahme (exzentrische Fokusposition - halbseitige Kieferaufnahme!) nunmehr verdrängt wird. In breiter Aufsicht werden sich auch die geringfügigen Kontinuitätstrennungen jederzeit auffinden lassen.

Eine ebenso erwähnenswerte diagnostische Bereicherung ist für die Sialographie der *Glandula parotis* erreicht worden.

Mit gleicher Methodik wird eine absolut Überlagerungsfreie Wiedergabe der mit Kontrastmittel gefüllten Drüse in der Seitenansicht erzielt. Dadurch ist der Einblick erheblich aufgebessert worden.

Nach dieser Darlegung ist zu folgern, daß Status-X-Aufnahmen einerseits eine wertvolle Ergänzung der Routineprojektionen und andererseits für zwei Indikationsgebiete die Methode der Wahl darstellen.

Wenn man sich an die in dieser Arbeit gegebenen Empfehlungen hält,

dann wird sich der diagnostische Gewinn dieser Untersuchung jederzeit erkennen lassen.

Nach Fertigstellung der Arbeit gelangte mir eine Mitteilung über die routinemäßigen und speziellen Panoramix-Röntgenverfahren in der Firmenzeitschrift Röntgen (Agfa-Gevaert) zur Kenntnis, in welcher die Anwendungsgebiete sehr ausführlich beschrieben werden.

Da in der vorgelegten Arbeit einige hier genannten Indikationen als neuartig herausgestellt worden sind, ergibt sich die Notwendigkeit, eine kritische Stellungnahme anzufügen.

Im Gegensatz zu der Angabe der Verfasser (I s a r d, B r o t m a n, C u l l i n a n (44)) ist der besondere Wert keineswegs durch die s p e z i e l l e n diagnostischen Anwendungen sondern vielmehr durch die schnelle Übersichtsgewinnung gegeben.

"Die unkomplizierte Leichtigkeit der Anwendung" erhöht ebenfalls n i c h t den Wert dieses Verfahrens, da bei den beschriebenen aufnahmeanordnungen für Routineprojektionen zu viel Spielraum für aufnahmemethodische Zufälligkeiten gegeben ist.

Die übersichtliche Darstellung einiger Frakturen im Unterkiefer kann nicht bezweifelt werden. Kontinuitätsunterbrechungen im Gesichtsschädelbereich sollten jedoch zuallererst den Routineverfahren und vor allen Dingen den Schichtaufnahmen vorbehalten bleiben.

Die hervorragende Beurteilung des Processus muscularis und der gesamten kranialen Abschnitte des Ramus mandibulae mitsamt dem Collum et Caput mandibulae darf nicht dazu verleiten, entscheidende diagnostische Anziehungspunkte außer acht zu lassen. Die Frakturen im Muskelfortsatz sind auf dem Panoramabild ebenso gut zu beurteilen wie die durch die Inzisur verlaufenden Frakturspalten (mit und ohne Dislokationen). Alle Stufenbildungen im Bereich des Collum mandibulae werden immer zu erkennen sein. Das entbindet den Untersucher jedoch nicht von der Pflicht, prinzipiell senkrecht dazu verlaufende Strahlenführungen zur Positionsermittlung der proximalen Fragmente anzuschließen.

Im übrigen muß in Anbetracht der hier erwähnten Arbeit nochmals herausgestellt werden, daß für die Kiefergelenkdiagnostik die Abbildung der Lagebeziehungen zwischen dem Kondylus und der Fossa articularis mittels seitlicher Schichtaufnahmen heutzutage unabdingbar zu fordern ist. Allein für die Nachweisung struktureller Veränderungen wird man mit Übersichtsbildern auskommen können.

Einstellphasen:

Für Panoramaaufnahmen im Oberkiefer ist das Befolgen der nachstehend aufgezählten Einstellphasen zur Erzielung optimaler Objektabbildungen zwingend:

1. Die Kopfstütze...

wird so eingestellt, daß die Tragus-Nasenwinkellinie annähernd horizontal verläuft. Der Kopf ist fest angelehnt.

2. Die Röntgenröhre...

wird nun auf Knopfdruck am Ende der Röntgenröhre (Lösen der magnetischen Arretierung) auf den Patienten zugeschoben.

3. Der Einstellwinkel...

beträgt 17 Grad. Der Fokusträger wird mit bereits eingestelltem Winkel in die Mundhöhle eingeführt. Da der Patient erfahrungsgemäß hierbei der Röhre entgegen kommt, ist darauf zu achten, daß er an der Kopfstütze angelehnt bleibt!

4. Die Fokus-Frontzahndistanz...

wird nun bestimmt, indem der Patient angewiesen wird, auf den Applikator zu beißen. Die ersten Schneidezähne sollen die Strichmarke bei 6,0 cm berühren.

5. Die symmetrische Lage des Kopfes...

muß jetzt von vorn kontrolliert werden. Am besten richtet man sich dabei nach der Pupillarlinie in der Horizontalen und nach der Fokusträger-Nasenlinie in der Vertikalen.

6. Der Film...

ist dem Gesicht eng anzulegen. Der Patient hat ihn beiderseits mit der flachen Hand fest anzudrücken. Es ist darauf zu achten, daß

- a) die Filmränder allseitig die gleiche Höhe zeigen und
- b) der Film auf beiden Gesichtshälften die gleiche Ausdehnung hat.

7. Die Belichtungszeit...

wird am Zeitschalter eingestellt und zwei Meter entgegengesetzt der Strahlenrichtung ausgelöst. Für den Oberkiefer beträgt sie 1,6 bis 2,0 Sekunden.

Z U S A M M E N F A S S U N G :

Anhand umfangreicher Untersuchungen am präparierten mazerierten Schädel sind die optimalen Einstelldaten für Ober- und Unterkieferaufnahmen mit dem Status-X-Gerät ermittelt worden.

Die regelrechte Interpretation der im Übersichtsbild abgezeichneten Objektdetails wurde unter Zuhilfenahme montierter Orientierungsmittel nachgewiesen. Die Bildvariationen der möglichen Projektionen sind komplett dargelegt worden. Es kam darauf an, die Einordnung der Objektdetails für alle sich auftuenden Möglichkeiten vorzunehmen.

Danach ergab sich die Aufgabe, die so erarbeiteten aufnahmemethodischen Richtlinien in der praktischen Anwendung zu überprüfen. Es hat sich herausgestellt, daß die empfohlenen Einstellphasen auch in der klinischen Untersuchung eine optimale Objektzeichnung garantieren.

Nach einer ausreichenden Überprüfung der Routineprojektionen ist die Aufmerksamkeit darauf verlegt worden, neue Indikationsgebiete für dieses Verfahren zu erschließen. Die Sialographie der Glandula parotis ist als herausragender diagnostischer Fortschritt anzusehen.

In einer abschließenden Zusammenstellung sind Richtlinien vorgestellt worden, die als Grundlage für eine reglementierte Arbeitsweise aufzufassen sind.

S C H R I F T T U M

1. Blackman, S.: Panagraphy.
Oral Surg. 10 : 1178, 1961
2. Clementschitsch, F.: Die Röntgendarstellung des Gesichtsschädels.
Urban und Schwarzenberg, 1948
3. Dempster, W.T.,
Adams, W.J.,
Duddles, R.A.: Arrangement in the jaws of the roots of the
teeth.
J.Amer.dent.Ass. 67 : 779, 1963
4. Freitag, V.: Zur Bewertung des Panoramix-Verfahrens bei
der Röntgendiagnostik der Unterkieferfrak-
turen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 22 : 276, 1967
5. Frenkel, G. und
Hielscher, W.: Experimentelle Untersuchungen zur Sialo-
graphie.
Dtsch.zahnärztl.Z. 22 : 165, 1967
6. Gauwerky, F.: Die Sialographie in der Diagnostik der
Parotisgeschwülste.
In: Fortschr.Kiefer- u. Gesichtschir., hsg.
von Schuchardt, K., M. Wassmund, 3 : 199
Thieme, Stuttgart 1957
7. Hetzar, W.: Die Sialographie.
Thieme, Leipzig 1942
8. Hielscher, W.: Zur Interpretation des Sinus maxillaris im
intraoralen Röntgenbild.
Deutscher Zahnärztekalendar
Hanser, München 1959
9. Hielscher, W.: Röntgenologische Gesamtdarstellungen der
Kiefer mit dem Spezial-Röntgenapparat
Panoramix.
Dtsch.zahnärztl.Z. 17 : 811, 1962

10. Hielscher, W. und
Frenkel, G.: Diagnostische Konsequenzen der experimentellen Untersuchungen und spezialisierten Röntgenuntersuchungsverfahren.
Dtsch.zahnärztl.Z. 22 : 171, 1967
11. Hutzli, H.K.: Das intraorale Aufnahmeverfahren nach Fitzgerald.
Schweiz.Mschr.Zahnheilk. 63 : 1048, 1953
12. Jung, T.: Möglichkeiten und Grenzen der Röntgenuntersuchung mit Bißflügelfilmen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 15 : 350, 1960
13. Jung, T.: Panorama-Vergrößerungsaufnahmen mit der Panoramix-Röhre, ein neues zahnärztliches Röntgenverfahren.
Dtsch.zahnärztl.Z. 17 : 142, 1962
14. Jung, T.: Die Panoramaröntgenvergrößerungsaufnahme der Zähne und Kiefer.
Dtsch.zahnärztl.Z. 17 : 568, 1962
15. Jung, T.: Panorama-Röntgenaufnahmen bei zahnlosen Patienten.
Dtsch.zahnärztl.Z. 18 : 1007, 1963
16. Jung, T.: Panorama-Röntgenaufnahmen der Kieferhöhlen.
Dtsch.zahnärztl.Z. 19 : 449, 1964
17. Jung, T. und
Lohmann, Th.: Intraorale und intrakranielle Dosismaxima bei Panorama-Röntgenaufnahmen der Zähne und Kiefer.
Dtsch.zahnärztl.Z. 18 : 802, 1963
18. Lehmann, K.-J.: Intraorale Röntgenaufnahmetechniken.
Med. Diss. Berlin 1958
19. Lohmann, Th.: Über eine neue Methode der zahnärztlichen Röntgenaufnahmetechnik.
Röntgen-Bl. 5 : 139, 1962
20. Mehmke, S.: Die differentialdiagnostische Bedeutung der Sialographie für die Parotiserkrankungen.
Arzneimittel-Forsch. 14 : 316, 1964

21. Mühlreiter, E.: Anatomie des menschlichen Gebisses.
Felix-Verl., Leipzig 1928
22. Ott, W.: Die intraorale Röntgenröhre nach Dr. Ott.
Schweiz. Industrie und Handel 1 : 19, 1955
23. Ott, W.: Panorama-Röntgen.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 70 : 822, 1960
24. Paatero, Y.V.: A new tomographical method for Radio-
graphing curved outer surfaces.
Acta radiol. 32 : 177, 1949
25. Paatero, Y.V.: Pantomography and Orthopantomography.
Oral Surg. 14 : 947, 1961
26. Parma, C.: Röntgenographie der Zähne und der Kiefer.
Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien 1936
27. Parma, C.: Zahnärztliche Röntgendiagnostik.
Urban und Schwarzenberg, Berlin 1937
28. Schilli, W. und
Witt, E.: Über Möglichkeiten und Grenzen der neuen
Röntgenaufnahmen der Kiefer und Zähne mit
dem Panoramix-Gerät.
Zahnärztl. Welt 64 : 307, 1963
29. Schulze, Ch.: Anomalien, Mißbildungen und Krankheiten
der Zähne, des Mundes und der Kiefer.
In: Handbuch Humangenetik
Thieme, Stuttgart 1964
30. Sonnabend, E.: Die Strahlenbelastung des Patienten bei
Röntgenaufnahmen der Zähne.
Habilitationsschrift, Göttingen 1960
31. Sonnabend, E.: Zur Strahlenbelastung des Patienten bei
extraoralen und Panorama-Röntgenaufnahmen
der Zähne und Kiefer.
Dtsch. zahnärztl. Z. 19 : 729, 1964
32. Stellmach, R. und
Pelser, M.: Die Röntgendokumentation bei Lippen-Kiefer-
Gaumenspalten unter Berücksichtigung der
Panoramaaufnahme.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22 : 259, 1967

33. Updegrave, W.J.: Panoramic dental radiography.
Dent.Radiogr. 36 : 75, 1963
34. Witt, E.: Die extraorale Aufnahme der Weisheits-
zähne und die Kombination dieser Auf-
nahme mit dem Panoramix-Röntgenbild
in der Kieferorthopädie.
Dtsch.zahnärztl.Z. 18 : 1436, 1963
35. Zimmer, E.A. und
Brossy, M.: Lehrbuch der röntgendiagnostischen Technik.
Springer, Berlin 1962

Ergänzendes Schrifttum

36. Blackman, S.: Recent Advances in Dental and Oral Radiographic Techniques.
Brit.dent.J. 109 : 399, 1960
37. Blackman, S.: Panagraphie.
In: Zahnärztliche Röntgenologie, hsg. von Paerschke, E., R. Dietze
Fischer, Jena 1963
38. Degener, P.: Panorama-Röntgenmethoden in der Zahnheilkunde.
Med. Diss. Berlin 1962
39. Hielscher, W.: Extraorale Röntgenaufnahmemethoden.
Deutscher Zahnärztekalendar
Hanser, München 1960
40. Hielscher, W.: New German panoramic x-ray machine.
Dent.abstr. 8 : 418, 1963
41. Hielscher, W.: Indikation und Grenzen der Röntgenuntersuchungsmethoden.
Dtsch.zahnärztl.Z. 22 : 230, 1967
42. Hielscher, W. und
Sonnabend, E.: Zähne und Kiefer.
In: Lehrbuch der Röntgendiagnostik, hsg. von Schinz, H.R., W.E. Baensch, W. Frommhold, R. Glauner, E. Uehlinger, J. Wellauer
Bd.III, S. 543
Thieme, Stuttgart 1966
43. Hudson, D.C.,
Kumpula, J.W.,
Dickson, G.: A panoramic x-ray dental machine.
U.S.Armed Forces M.J. 8 : 46, 1957
44. Isard, H.J.,
Brotman, M.S.,
Cullinan, J.E.: Panoramix-Röntgenverfahren.
Röntgen 7 : 3, 1967

45. Kumpula, J.W.: Present status of panoramic roentgenography.
J.Amer.dent.Ass. 63 : 194, 1961
46. Mathis, H. und
Hielscher, W.: Einführung in die zahnärztliche Röntgenologie.
Berlinische Verlagsanstalt 1962
47. Mitchel, L.D.: Panoramic roentgenography: a clinical
evaluation.
J.Amer.dent.Ass. 66 : 777, 1963
48. Nelsen, R.J. und
Kumpula, J.W.: Panographic Radiography.
J.dent.Res. 31 : 158, 1952
49. Paatero, Y.V.: Die Anwendung der Pantomographie für
klinische Untersuchungen.
Fortschr.Röntgenstr. 82 : 525, 1955
50. Paatero, Y.V.: Pantomography of flat layers.
Acta odont.scand. 16 : 89, 1958
51. Paatero, Y.V.: Pantomographic differential diagnosis
of the mandible.
Suom.Hammaslääk.Toim. 54 : 261, 1958
52. Paatero, Y.V.: Pantomographie.
In: Zahnärztliche Röntgenologie, hsg.
von Paerschke, E., R. Dietze
Fischer, Jena 1963
53. Sobotta, J. und
Becher, H.: Atlas der deskriptiven Anatomie des
Menschen. 15. Aufl., Bd.I
Urban und Schwarzenberg, München-Berlin 1957
54. Soila, P. und
Paatero, Y.V.: Pantomography in theory and use.
Acta radiol. 41 : 321, 1954
55. Sonnabend, E.: Das Röntgenbild in der zahnärztlichen
Praxis.
Pflaum, München 1958

Herrn Professor Dr. Werner Hielscher möchte ich für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Beratung bei der Durchführung der Untersuchungen sowie der Zusammenstellung der Arbeit danken.

Die Damen und Herren des Röntgen- und Fotolabors unterstützten mich in freundlicher Weise bei der Herstellung des Bildmaterials.

Lebenslauf

Am 21. Dezember 1941 wurde ich als drittes Kind des Zahnarztes Dr. Walther Müller-Junghans und seiner Ehefrau Thea in Saalfeld an der Saale geboren.

Vom 1. September 1948 bis zum Frühjahr 1954 besuchte ich die 5. Grundschule in Berlin-Steglitz. Auf dem neusprachlichen Zweig der Fichtenbergschule in Berlin, den ich nach der Grundschule sieben Jahre besuchte, legte ich im Frühjahr 1961 die Reifeprüfung ab.

Im Mai 1961 begann ich an der Freien Universität Berlin das Studium der Zahnheilkunde. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich hier im Herbst 1963. Ich schloß das Studium im Juli 1966 mit dem Staatsexamen ab.

Seit dem 1. Oktober 1966 bin ich als Assistentin in einer freien Praxis tätig.

